



Normandie Université

Habilitation à Diriger des Recherches

Pour obtenir l'Habilitation à Diriger des Recherches

Spécialité SCIENCES DU LANGAGE - LINGUISTIQUE
Préparée au sein de l'Université de Rouen-Normandie

Pour une approche kinésiologique de la gestualité
compilation des articles

Présentée et soutenue par
Dominique BOUTET

Thèse soutenue publiquement le 13 décembre 2018
devant le jury composé de

M. Laurent GOSSELIN	Professeur d'Université, Université de Rouen	Garant de l'Habilitation à Diriger des Recherches
M. Richard SABRIA	Professeur d'Université, Université de Rouen	Examineur
M. Frédéric BEVILACQUA	Directeur de recherches CNRS	Examineur
Mme Annelies BRAFFORT	Directrice de recherches CNRS	Rapporteuse
M. Jean-Marc COLLETTA	Professeur d'Université, Université Grenoble Alpes.	Rapporteur
Mme Aliyah MORGENSTERN	Professeur d'Université, Université Paris 3	Rapporteuse
Mme Cornelia MÜLLER	Professeur d'Université, Europa-Universität Viadrina Frankfurt	Examinatrice

Habilitation à Diriger des Recherches dirigée par Laurent GOSSELIN, laboratoire DYlis



Habilitation à Diriger des Recherches

Pour obtenir l'Habilitation à Diriger des Recherches

Spécialité SCIENCES DU LANGAGE - LINGUISTIQUE
Préparée au sein de l'Université de Rouen-Normandie

Pour une approche kinésiologique de la gestualité
compilation des articles

Présentée et soutenue par
Dominique BOUTET

Thèse soutenue publiquement le 13 décembre 2018
devant le jury composé de

M. Laurent GOSSELIN	Professeur d'Université, Université de Rouen	Garant de l'Habilitation à Diriger des Recherches
M. Richard SABRIA	Professeur d'Université, Université de Rouen	Examinateur
M. Frédéric BEVILACQUA	Directeur de recherches CNRS	Examinateur
Mme Annelies BRAFFORT	Directrice de recherches CNRS	Rapporteuse
M. Jean-Marc COLLETTA	Professeur d'Université, Université Grenoble Alpes.	Rapporteur
Mme Aliyah MORGENSTERN	Professeur d'Université, Université Paris 3	Rapporteuse
Mme Cornelia MÜLLER	Professeur d'Université, Europa-Universität Viadrina Frankfurt	Examinatrice

Habilitation à Diriger des Recherches dirigée par Laurent GOSSELIN, laboratoire DYlis



Table des matières

Articles et chapitres d'ouvrages à propos de	5
l'écriture	5
Garcia, B., Boutet, D., Braffort, A., & Dalle, P. (2005). <i>Sign Language (SL) in Graphical Form: Methodology, modélisation and representations for gestural communication</i> . In <i>Interacting Bodies</i> (p.14). Lyon, France : ICAR, ENS.	6
Boutet, D., & Garcia, B. (2006). <i>Finalités et enjeux linguistiques d'une formalisation graphique de la Langue des Signes Française (LSF)</i> . <i>Glottopol. Revue de sociolinguistique en ligne</i> , (7), 31–52.	18
Danet, Claire, Courville de, Raphaël, C., Miletitch, Roman, Rébulard, Morgane, Boutet, Dominique, & Doan, Patrick. (2010). <i>Un système analogique visuo-gestuel pour la graphie de la LS</i> . In <i>Traitement Automatique des Langues des Signes</i> (p. 1-10). Montréal. Consulté à l'adresse http://www.irit.fr/tals10/articles/TALS10_Danet.pdf	42
Miletitch R., Courville R., de, Rébulard M., Danet C., Doan P. et Boutet, D., (2012) "Realtime 3D Gesture Visualisation for the Study of Sign Language", <i>Actes de la conférence EVA Electronic Visualisation an the Arts, London 2012</i> , Consulté de http://ewic.bcs.org/content/ConMediaFile/20435	53
Bianchini Claudia S., Doan Patrick, Chèvrefils-Desbiolles Léa, Rébulard Morgane, Danet Claire, Contesse Adrien, Boutet Dominique, <i>Coding Movement in Sign Languages: the Typannot Approach</i> , in <i>5th International Conference on Movement and Computing</i> , 28-30 juin 2018, Genoa	60
Boutet D., Doan P., Bianchini C. S., Danet C., Goguely T., Rébulard M., <i>Systèmes graphématiques et écritures des langues signées</i> , <i>Signata</i> , 9, Jean-Marie Klinkenberg & Stéphane Polis (dir.), <i>Signature (Essais en) Sémiotiques de l'écriture</i> , Presses Universitaire de Liège, 2018.	69
Articles et chapitres d'ouvrages à propos de	106
l'approche physiologique	106
Boutet, D. (2010). <i>Structuration physiologique de la gestuelle : modèle et tests</i> . <i>Lidil</i> , (42), 77-96.	107
Boutet, D., & Garcia, B. (2007). <i>Compositionnalité morphophonétique de la lagnue des signes française (LSF) et exploration des relations structurales entre paramètres</i> . <i>TAL</i> , 48-3, 93-114.	129
Renna, I., DELACROIX, S., Catteau, F., Vincent, C., & Boutet, D. (2015). <i>Characterisation of gestural units in light of human-avatar interaction</i> . <i>EAI Endorsed Transactions on Creative Technologies</i> , 15(3), 10.4108/ct.2.3.e5. https://doi.org/10.4108/ct.2.3.e5	152
Boutet, D. (2008). <i>Une morphologie de la gestualité : structuration articulaire</i> . <i>Cahiers de linguistique analogique</i> , n°5, PP. 80-115.	168
Articles et chapitres d'ouvrages à propos de	204
La négation gestuelle et signée	204
Boutet, D. (2015). <i>Conditions formelles d'une analyse de la négation gestuelle</i> . <i>Vestnik of Moscow State Linguistic University, Discourse as social practice: priorities and prospects</i> (6 (717)), 116-129.	205
Morgenstern A., Beupoil-Hourdel P., Blondel M., Boutet D., <i>A Multimodal Approach to the Development of Negation in Signed and Spoken Languages: Four Case Studies</i> , in Ortega, L.; Tyler, A. E.; Park, H. I.; Uno, M. (Eds) <i>The usage-based study of language learning and multilingualism</i> , Georgetown University Press, 2016, 15-35	220
Blondel M., Boutet D., Beupoil-Hourdel P., Morgenstern A., <i>La négation chez les enfants signeurs et non signeurs : des patrons gestuels communs</i> (2017), <i>LIA</i> , 8:1, Aliyah Morgenstern & Michèle Guidetti (Eds), John Benjamins, 141-171, 2017	242
Morgenstern A., Blondel M., Beupoil-Hourdel P., Benazzo S., Boutet D., Kochan, Limousin F., <i>The blossoming of negation in gesture sign and oral productions in Hickmann et Veneziano</i> (Eds), <i>Sources of Variation in First Language Acquisition: Languages, contexts, and learners</i> , John Benjamins, 22, 2018, 339-363	275
Articles et chapitres d'ouvrages à propos du	302
Pointage et de l'iconicité	302

<i>Boutet, D., Blondel, M., Caët, S., Beaupoil, P., & Morgenstern, A. (2011). Tu pointes ou tu tires ?! Annotation sous ELAN des pointages d'un 'entendant vocalo-gestualisant. In Actes du premier Défi Geste Langue des Signes (p. 15-27). Montpellier : TALN</i>	303
<i>Boutet, D. (2005). Pour une iconicité corporelle. In Atelier Traitement Automatique des Langues des Signes (TALS), TALN 2005 (p. http://tals.limsi.fr/tals2005/s1.pdf). Dourdan, France. Consulté à l'adresse https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00609046</i>	318
<i>Boutet, D., & Cuxac, C. (2008). Le signifiant gestuel : langue des signes et gestualité ; Avant-Propos. Cahiers de linguistique analogique, n°5, (N°5), 2-15.</i>	324
.	324
<i>Boutet, D., Sallandre, M.-A., & Fusellier-Souza, I. (2010). Gestualité humaine et langues des signes : entre continuum et variations. Langage et société, 131(1), 55-74. https://doi.org/10.3917/lis.131.0055</i>	338
<i>Boutet D., The dual origin of gesture: Semiotic preconditions for the emergence of two kinds of symbolic gestures, LIA, 8:2, Aliyah Morgenstern & Michèle Guidetti (Eds), John Benjamins, 288-310, 2017</i>	359
Articles et chapitres d'ouvrages à propos de	375
l'aspect	375
<i>Boutet D., Morgenstern A., Cienki A., Grammatical Aspect and Gesture in French</i>	376
<i>Reenacting past events, in Russian Journal of Linguistics, 20,3, 132-151, 2016</i>	376
<i>Boutet D., Müller C., Morgenstern A., Categories used for the analysis of event construal in gesture in Alan Cienki & Olga K. Iriskhanova (Eds.), Aspectuality cross Languages, John Benjamins, 2018, 67-76</i>	396
<i>Boutet D., Morgenstern A., Cienki A., Speakers' gestural expression of event construal: Quantitative and qualitative analyses in Alan Cienki & Olga K. Iriskhanova (Eds.), Aspectuality cross Languages, John Benjamins, 2018, 107-122</i>	407
<i>Boutet D., Morgenstern A., Cienki A., Looking ahead: Kinesiological analysis in Alan Cienki & Olga K. Iriskhanova (Eds.), Aspectuality cross Languages, John Benjamins, 2018, 143-158</i>	424

Articles et chapitres d'ouvrages à propos de

l'écriture

Authors: Brigitte Garcia (coordinator)¹, Dominique Boutet², Annelies Braffort³, Patrice Dalle⁴

¹ UMR 7023 SFL, Paris and Université Nancy 2, Brigitte.Garcia@univ-nancy2.fr

² UMR 7023 SFL, Paris and Université EVE, dboutet@noos.fr

³ LIMSI-CNRS, UPR 3521, Paris, annelies.braffort@limsi.fr

⁴ UMR 5505 IRIT-TCI, Toulouse, and Université Toulouse 3, dalle@irit.fr

Key-Words: *Sign Language, Writing, Morpheme, Database, Avatar*

Abstract:

This paper presents a French national multidisciplinary Project (LS Script), whose aim is the elaboration of a graphical form for French Sign Language (LSF). It includes the presentation of three of the steps that have been achieved or undertaken up to now:

- Assessing the results of a qualitative survey, of practices and expectations of LSF signers relative to a graphical representation of their language (LSF). This investigation allows us to define the functions expected from the projected formalism, so as to determine the type of encoding to be conceived.
- Setting up the theoretical and methodological grounds we establish in order to explore the lowest structural level in LSF, so as to determine a viable minimal graphical unit for the formalism to be conceived. This exploration is grounding in Cuxac's hypothesis of a morphemic rather than phonemic organization of this lowest level.
- Developing digitized representations of signs, of signing space and of the signer's face to allow the analysis of a video corpus, aid in transcription, encoding of the formalization, writing editors and reading assistance with a signing avatar and the development of educational applications in schooling, in distance communication in LSF and in the Internet use.

**Sign Language (SL) in Graphical Form:
Methodology, modellisation and representations
for gestural communication**

The multidisciplinary project presented here aims at creating a graphical form for French sign language (LSF). The key question that motivates this project is the following: for deaf citizens of literate societies, whose language is an institutionalised SL, what can fulfil cognitive, social, and pedagogical functions that the written form of language is used to fulfil? The main specificity of our programme is that it is grounding in a preliminary qualitative investigation of the population concerned. At the same time, allowing written communication on the basis of a gestural language opens the way for numerous interactive applications based on the gesture.

A variety of notation systems for SL have been elaborated. However 1/ for the vast majority,

these are transcription systems dedicated only to research and not systems aiming at permitting written exchanges and besides, 2/ these are systems conceived starting from de-contextualised lexical signs (outside discourse). In this sense, they do not take into consideration what seem to be the most striking structural specificity of SL: the multi-linear use of corporal parameters which are specialised linguistically (gaze, facial expressions, facial and corporal movements, hands); massive iconicity; the relevant utilisation of space and of space-time and the crucial modifications which spatialization induces in the form of signs. This paper presents three of the steps which have already been completed or undertaken:

1. The results of a qualitative survey, of practices and expectations of LSF signers relative to a graphical representation of their language. Such an inventory, which aims at defining the functions expected from a graphical system, plays an essential role in determining the encoding to be conceived (notation of the form and/or notation of the morphemo-graphical type).
2. In order to determine the choices to be made in the elaboration of the structural bases for a graphical formalism, the exploration of the lowest structural level in LSF; the crucial point here is to choose a viable minimal graphical unit for the projected formalism.
3. The refinement of computer models and digitised representations of signs, of signing space and of signer's face, allowing for:
 - the analysis of a video corpus and aid in transcription,
 - the encoding of the new formalism (Unicode) and assistance in its editing (writing editors),
 - assistance in reading (through the animation of a virtual signing humanoid),
 - the development of educational applications in schooling, in distance communication in LSF and in the Internet use.

1. Which written forms are adequate to French Sign Language (LSF)? The Results of a qualitative survey of LSF signers

There are two main motivations for our choice of basing our enterprise on a qualitative survey. The first of these is moral and political: how can we imagine providing a language with a written form without from the outset involving its community of speakers? Our other motivation is theoretical. Any system of notation is based on the integration of hypotheses concerning what structures language but also on formal choices and implicit choices that depend on the potential uses and potential users of the system: it is essential to define these. Beyond a preliminary investigation into the notion that the Deaf we encountered have of writing in general, we tried to ascertain their relationship to their actual uses and practices of graphical representation, and to evaluate with them their expectations in this matter. Our investigation was meant to be open, prospective and not only limited to graphics in a strict sense; we include indeed an analysis of the role of video, and new visual technologies functioning as written forms, and explore the possible interest of providing LSF with a specific written form.

1.1. Methodology

In order to carry out a thorough investigation on graphical representations, uses and practices, individual, semi-guided interviews was necessary. We carried out 31 two-hour interviews.

Aiming to better understand the actual diversity in terms of geographical location, profession, age and personal history, we have nevertheless chosen to prefer the milieu of teaching, the teaching of and with LSF, where the subject is crucial. In a society where teaching remains mainly structured by written forms, how can we imagine generalising the teaching of and with LSF without asking what will function as a written form for this language? As regards teaching in schools, our study being prospective, we have also given greater place to bilingual structures of education (these structures represent only 1% of the educative structures for the deaf children today). The choices made imply that this survey does not claim to take into account the situation of all the deaf of France.

The persons we encountered are adult deaf signers, aged 24 to 59. With the exception of one person who was schooled from primary school onward in bilingual structures, the interviewees were in specialised schools and /or in integration, and therefore had an “oralist type” of schooling. This reflects the educational situation of the deaf in France. The table below shows the distribution of the persons encountered, according to their profession; they were natives of various French cities: Paris (12), Toulouse (10), Bayonne (2), Poitiers (1), Bordeaux (1), Champ sur Marne (1), Grenoble (1) et Suresnes (1).

Teachers of LSF in associations	4
Teachers of LSF in schools	2
Teachers in LSF (primary and secondary)	6
University staff	4
Students	5
Actors and directors	4
Researchers	1
Others	4

We set the number of interviewers at 5, all hearing and familiar with the Deaf community. The fact that these interviewers were hearing and not deaf results from the fact that up to now no deaf person is both trained in the problems under study and in conducting such interviews. We adopted the framework of a three-person team, interviewer, interviewee and interpreter. The exchange was recorded both on audiotape and on videotape. The interviews were transcribed into written French in their entirety. We will show here only some of the main results of the survey, to the extent that they directly determined the orientation to be given to our research.

1.2. Practices and Needs

Our first major observation was that alongside written French, there are numerous specific graphical practices, i.e., which aim at a notation of LSF, independently of any degree of mastery of written French. These are practices maintained for oneself, or between deaf persons. The most frequent case is, even if one masters written French, a specific use of this form that the interviewees designated as equivalent either to *LSF-French* or to written *LSF*: the ordered alignment of French words, according to them, in the syntax of LSF. The weaker the mastery of French, the more this LSF-French is mixed with drawings, up to the point where it is essentially composed of drawings and other graphical symbols. This process can lead to the perfecting of completely original systems, from which all “*word-signs*” are absent. However, we will henceforth insist on situations where the deaf we encountered have recourse to these specific practices, even when they have mastered written French - since, as they say, it does not satisfy their needs.

It is firstly in situations where one has recourse to a graphical support to aid in the

construction of a reflection, especially when this has to lead to a production in SL (conferences, appointments). One then either utilises only written French but limiting oneself to a list of “*keywords*” or “*key phrases*”, presented as simple “*reminders*” referring more to ideas conceived in LSF than to French. Therefore, the most often and especially for those who have little or no mastery of written French, one has recourse to the continuum evoked above which ranges from “*LSF-French*” to mere idiosyncratic graphical symbolisation. In any case however, as the conception functions in LSF, this situation is presented as one of the most unsatisfactory or most frustrating —while the use of the written word as support for a cognitive elaboration leads back to one of the key functions of any written form of language. Another situation that becomes a problem is that of a support for an oral presentation in LSF, the equivalent of written notes for a hearing lecturer. The particular difficulty here is that even if one feels at ease in written French, its utilisation as a support perturbs the fluency of production in LSF and gives rise to a production of 'signed' French. Here again, many solutions can be found, but are always described as less than satisfying. The two problems that we have just evoked crop up, according to the teachers we encountered, in LSF teaching in a school setting, when the pupils have to prepare (in class or at home) then sign a production in LSF in front of the camera for exercises of auto-correction or for evaluation (the composition of hearing pupils).

We will evoke two other cases which pose a problem. The first is note-taking in a course, a conference or a meeting in LSF; all recourse to French is often said to be inadequate and worse if one wants to conserve a specific formulation in LSF. There is the case, moreover, in which one creates in LSF a literary or artistic production and where one wants to a graphical expression which will surely allow it to be memorised and which will allow it to be re-worked in detail —and for which video is not sufficiently flexible. This is a case that could have given rise to the most systematic graphical inventions, even if, their use is usually limited to a small number of persons. A similar situation, just as rich in idiosyncratic graphical practices, is encountered by actors and directors for the graphical adaptation to LSF of a text in written French, but also of their personal interpretation, whether they want to memorise it or to re-work it.

According to the interviewees, however, a part of the functions that writing fulfils specifically for the language of which it is the written form are, for SL, already fulfilled - or could be - by video and the new visual technologies. A majority as “the written form of LSF” which contribute to considers these: preservation and archiving, pedagogical support for teaching (in) LSF (feed-back for a production, support and record of lessons, support for evaluations) support for producing norms of the language (discourse referents, video dictionaries), and as a means of dissemination. For a few, the rapidity of technological progress allows them to predict that certain present limitations of video — difficulty of use, especially for editing and selection of data for a document— will soon be resolved.

However, as the majority of interviewees have said, certain limits will not be resolved. The first is linked to access to data banks (research engines). The predicted potential in the medium term regarding digital image recognition (movement and form) are along way from being the economical equivalent to those representing the expression of query *via* a specific graphical representation of the language data sought. More fundamentally however, for the majority of persons encountered, video presents intrinsic limitations which prevent it from specifically playing the role of support for the elaboration of a reflection, and for which as we have seen, written French, even when mastered, is unsatisfactory. This is due firstly to the maintaining of the visible physical presence of the 'speaker': video, by this very fact, remains bound to the face to face communication; it forbids, above all, the distancing that the written

form authorises, *a fortiori* when it's a matter of one's own image. It is secondly due to the fact that, in production as in “play”, because video as it plays does not allow for the apprehension of what is being recorded and of what has already been recorded — a simultaneity which is the very basis for the potentials of “graphical reasoning”.

1.3. Implications

It is above all in teaching that difficulties linked to the absence of a specific written form for LSF are to be found in great number. We mentioned above the problems encountered in the teaching of LSF to deaf children, regarding the conception, then the production in front of the camera, of a “composition” in LSF. There are also the difficulties evoked by teachers of written French in LSF, who are tied, in their view, to an imbalance between a basically oral language (without its own written form), SL, and French language, which disposes of two registers. They note thus a double difficulty: first, when they want to work starting from a creation by the children done in LSF (the classic stage of the search for ideas) and to go towards written French, the necessity of passing in any case by a sort of graphical formalisation of the content in the SL produced, which is “slapped together” *ad hoc* and which does not satisfy them. Then there is, for the study (in LSF, the language of instruction) of a French text, the feeling that they have, by sticking to the translation of the content into LSF, of missing what defines a written text as such.

These various points confirm the interest in elaborating a system that allows for written production in LSF. They make it possible, moreover, to specify the foreseeable options according to the desired functions. Our survey bears out the fact that, for the most expected functions, especially those of support for cognitive elaboration, for a search for ideas, for note taking, for the formulation of a query in a database, one may conceive a type of morphemo-graphic or at least mixed notation (morpho-phonographical).

2. Database of standard signs with morpho-phonetic structuring in French sign language (LSF)

2.1. Problem

As we said below, a preliminary necessity for this project of graphical formalisation is to determine the minimal graphemic units and to choose the nature of encoding (Garcia & Boutet 2003, 2006). We proceed on the basis of Cuxac’s theoretical hypothesis (Cuxac 2000, 2004) which favours a morphemic rather than a phonemic organisation at the lowest level in LSF and allows a morphemic composition of both *standard* signs (STS) and structures said to be of *high iconicity* (SGI) —“productive signs”—, these ones including “Personal Transfers” (role-play), “Transfers of size and of form”, and “Transfers of situation”. The systematic exploration of this hypothesis over the LSF lexicon currently on record (Girod *et al* 1997) will make it possible to establish low-level morphemic components, to assess their productivity and to set out some rules for their compositional potential. Finally, it allows to test the validity of a strictly parametrical approach and moreover to evaluate the merits of a graphical formalisation which is at least partially founded on a notation of the signified.

The implications of this project are of two different orders:

1/ It will serve to find an alternative to current notation systems for SL. These systems encode the mere visual aspect of sub-lexical parametric units (configuration, orientation, location, movement, ± contact, ± facial expression), that is to say the graphical principle they use is based on that which structures alphabetical systems invented for vocal languages.

Beyond the acknowledged limits of present systems for the notation of discursive phenomena

in SL, the interest of identifying a low-level morphemic economy is:

- a/ to take an account of the structural specificity of SL, especially of HIS and their permanent interaction in discourse with the STS. In our theoretical framework STS and HIS use a common set of morphemes: thus we can take the inventory of graphical units that are transversal to both types of structures and also graphically take stock of numerous discursive phenomena of co-referentiality and of the differentiated utilisation of space (metrical egocentric space, allocentric and topological spaces);
- b/ to provide an answer to the recurrent problem of the cumbersomeness of existing notation (more than 600 graphic symbols for *Sign Writing*): a graphical encoding that gives direct access to meaning (morphemo-graphic notation), at least for part of the notation, inducing a lower cognitive cost.

2/ It will corroborate Cuxac's hypothesis through a formalisation of the low-level morphemic stratification. As Cuxac's model grounds in the assumption of a morpho-phonetic structure (form-meaning constants) anchored in the perceptivo-practical (anthropological structuring), this formalisation should in due time furnish a solid basis for comparison with other SL and allow an evaluation of the part to be attributed to cultural specificity.

2.2. Methodology

A database was created from 4000 STS currently listed, and checked by native signers. The analysis of this corpus focused on configuration and location parameters, for which the morphemic values were inventoried, sign by sign, and on the movement relative to the principal components of each configuration. Regarding the configuration, the approach was carried out using configurations classified in (Girod 1997) and by distinguishing, on the basis of the inventory of configurations already established by Cuxac for HIS (Cuxac 2000, 97-130), the configurations attested both in HIS and in STS, and those that exist only in STS. Due to the lack of any pre-existing classification of types of location, the analysis for this parameter follows an *ad hoc* logic. The direction of movement was described according to salient characteristics of the configuration (planes, axis, points) and can be re-contextualized for each configuration. Generally speaking, for this parameter and for the orientation parameter, the description is made relatively to a position and/or to a segment, including the other hand, thus offering the possibility of moving the frame of reference so as to better understand the different utilisations of space.

The main methodological difficulty is due to the validation of morphemic values retained and to their labelling. There were three types of validation of those units of meaning: 1/ the internal economy of morphemic networks that were identified; 2/ the productivity of these form-meaning constants (for *one* meaning reposing on several parameters, preponderant parametric form is retained for graphical encoding) and their capacity to explain neologisms; and 3/ the feed-back of native signers.

2.3. First Outcome

For the parameters under study, the analysis confirms the existence of an optimised economy of morphemic values (2 to 4 per parametric unit) and the coincidence of the most productive of them with those values attested in the HIS. At the same time, the study allowed us to identify, for a single parametric unit attested in both types of structures, which morphemic values were specific to STS. Our analysis also brings out a stratified organisation: around a large morphemic value we find an organisation in families, the signs of each family being linked together by the exploitation of a particular semantic specialisation of this morphemic value. As regards location, the entry by morphemic value furnishes criteria of classification

and points up interdependencies with the choice of configurations (which is particularly the case of locations on the body). A graphic economy can therefore be achieved at this level. Moreover, the analysis brings out a model for a semantic segmentation of the body's surface and of the signing space. It displays numerous concordances with semantically predetermined areas used in the spatialization of certain syntactic relations (hypothesis, time, choice of *loci*) cf. (Engberg-Pedersen 1993), shedding new light on the relations between lexical and grammatical levels in SL. The relative direction of movement reveals a great economy of means in the structure of STS and provides a strong link between the configuration and types of movement. This leads to a very restricted ensemble of items which can be used for notation.

In this way, morphemic structuring has been found to be largely confirmed. The existence of several values for a single configuration requires one to consider either an infra-parametric mode of composition (Boutet 2005), or a crystallised deposit on a particular parametric value of a previous composition (diachrony, see Bonnal 2005). For these two options, to merely analyse the parametric level cannot exhaust the resources of elaboration of meaning in LSF. Inter-parametric links, especially between configuration and movement parameters, argue in favour of a consideration of an articular level of production that would be more phonetic than phonemic. However, a certain economy of graphemic encoding is henceforth possible.

3. Sign language processing: models, representations, tools for video analysis, for signing avatars and for communication

This section is related to the computer science side of the project. Our aim is to study the basis needed for the design of educational tools. These tools aim at facilitating the writing and the reading of utterances in LSF.

As said earlier, the notations will be based on visual aspects and on meaning aspects. This implies bottlenecks for computing modelling at several levels: At the lower one, for modelling the constitutive parameters of the gestural units, and at the higher level, for modelling utterance representations of any kind, including those of high iconicity described by Cuxac (Cuxac 2000, 2004).

These models must include all kind of linguistic phenomenon needed for writing or reading, including manual and non manual representation, spatio-temporal rules, and cognitive knowledge. In this section, we present two studies related to the utterance level: the first one is related to the modelling of spatial relations in LSF, and the second is related to the modelling of the construction of the narration scene.

3.1. Modelling of spatial relations

Sign languages allow us to show in space what is said, as for example spatialised semantic relations. These relations can be of different kinds. They can be *static*, like in “the cat is in the car”, or *cinematic*, when we can distinguish initial and final situations, like in “the cat jump into the car”. When the action is controlled by one of the protagonists of the situation, like in “I put the cat in the car”, the relation is *dynamic*. Depending on the type of the relation, more or less movement will be present in the hand, arm and body of the signer. For example, in the case of a dynamic situation, the signer will add a body movement to the realisation of the predicate sequence of signs, to express the involvement of one of the protagonists.

The modelling of such kind of properties is based on cognitive grammars, which are based on abstract schemes anchored on mental representations build from the experiences of perception

and action on the world.

Our modelling is based on the model proposed by Fanch Lejeune for LSF (Lejeune 2002, 2001).

The aspects we are taking into consideration in the model are:

- the preferential order of the gestural units, that will be represented as grammar rules,
- the selection of two locations in the signing space in order to show the relation,
- the use of gaze to instantiate locations or to refer to these locations,
- the use of proforms, which give a point of view on the entity or on the relation.

The formalism is based on a formal notation using typed operators and operands (Braffort 2005). Each scheme is associated to an operating sequence that allows us to generate a representative utterance.

For example, to represent a geographical relation between two locative entities, such as in the sentence shown in Figure X1, where the University Paris 8 is situated regarding Paris, we manipulate the following scheme,

<POINT(university) REP (IN(PROJ(FR(DET(LOC(Paris))))))>

where ‘university’ is located by means of a pointing gesture (POINT operator) directed on a location in space related to the entity ‘Paris’ (REP relator), considered as a location (LOC operator), which is determined by its frontier (DET operator), which is the base of an oriented projection (PROJ operator) defining a new location, and the university is located in this new location (IN operator).

Fig. 1: LSF sentence “The Paris 8 university is situated regarding Paris”

1: [PARIS]_{LSF}, 2: Frontier of Paris, 3: [UNIVERSITY]_{LSF}, 4: spatial relation

This modelling is used to automatically generate a representative sentence performed by a signing avatar (see Fig. 2).

Fig. 2: *Elsi*, the LIMSI signing avatar

The computing system, not detailed here, is composed of several knowledge bases, about entities, geographic relations, and proforms. A representation of the signing space allows the various locations to be stored and used for proform locations and gaze direction. More details can be found in (Braffort 2005a, 2005b).

This study is a first step toward a more general modelling that will include other kind of representations, and a more sophisticated representation of the signing space, as the one proposed in the next section.

3.2. Modelling of the construction of the narration scene

The second study is related to the construction of the narration scene and the sequence of gestures produced to build the scene. The narration scene contains all the elements to which the signer and his addressee make reference. It is the framework for structuring discourse. Its modelling enables an image analysis system to anticipate and interpret visual events in linguistic terms and produce a syntactico-semantic description of the discourse. Conversely, a graphic editor interpreting this representation should allow us to generate the structural framework of an utterance produced by a signing avatar.

The proposed model is composed of two parts: the narration scene construction, and the gesture sequence used to update the scene.

The modeling of the narration scene is represented by a UML class diagram (Fig. 3) which shows the various concepts and their relations. The signing space is an oriented 3d volume around the signer. It is divided into sites, which contain referents. This volume is used to locate the entities.

Our model is an object hierarchy with a mechanism that insures consistency of the construction when a new entity is added. The representation allows all entities that may be further referenced in the discourse to be stored.

Fig. 3: UML class diagram of the semantic representation of the signing space

There is a set of sites; each site may contain entities. The entities have several functions: temporal, actions and spatial location. There are different kinds of entities, according to their potential functions:

- Date can be temporal relationship,
- Action can be an agent or temporal location,
- Animate can be implied in action or used to locate others agents,
- Location can only be used as locative.

Entities can be used in shift role (person) or not (object).

These kinds of entities are only defined by their potential function and not on a lexical categorization base.

The video (Fig. 4) shows an example, extracted from a LSF corpus of requests about a movie theatre program, with its signs to words translation. On the right, we have a symbolic 3d representation that is built with an interactive tool that implements our model. We can see how entities are located in the signing space: Two locations (the city of Toulouse and the movie theatre), an “object” (the movie), a date, a person and an action (directional verbs), which links the person to the notion of movie. An internal XML representation keeps trace of this construction.

For automatic SL processing, we need a second model, a formal representation of sign language grammar that links the narration scene construction to the sequence of gestures used to add a new element in the scene.

This model represents our knowledge about the gestures that are used to create an entity of a given type at a given place in the narration scene, and about the aspects of the components that perform these gestures, in a reduced context.

We use the description logic as formalism to represent this knowledge in computer.

The main concept is the notion of ACT (an ACTION Transforming the narration scene), a hierarchy that describes the creation of an entity in a given location by the mean of a gesture

sequence associated with the corresponding time interval.

ACTS contains a gesture sequence for each kind of ACT and for each part of the sequence there are different ways to evoke the entity.

The gesture concept hierarchy consists in a description of signer's body components used to evoke the entities.

Finally, time intervals are used for gesture synchronization by the mean of rules that defines their order in a sequence, based on the interval algebra.

Thus, if we want to automate the video analysis to help writing sign language, we can use image analysis system to verify the state of the component (head, hand...). If the predicted state is found, the creation of the entity is validated and is added in the narration scene description with the correct type.

These two studies are our first attempts into modeling of high-level knowledge to be integrated into future tools dedicated to writing and reading graphical form of LSF.

The proposed models should be compatible with both shape-based notation and morphemographic or morpho-phonographic notations.

The next steps of these studies include three levels of integration:

- integration of the two proposed models,
- integration with the lexical representation presented in section 3,
- connection with the future graphical form.

Fig. 4 : construction of the signing space during the realisation of a sentence.

Bibliography

Bonnal Françoise (2005). *Sémiogenèse de la langue des signes française : étude critique des signes attestés sur support papier depuis le XVIIIe siècle et nouvelles perspectives de dictionnaires*, Université Toulouse Le Mirail.

Boutet Dominique (2005). Pour une iconicité corporelle. In TALS 2005, atelier de TALN 2005. [on line] [<http://tals.limsi.fr/actes/s1.pdf>]

Braffort Annelies & Lejeune Fanch (to appear). Spatialised semantic relations in French Sign Language: toward a computational modelling. In S. Gibet eds., *Gesture in Human-Computer Interaction and Simulation*, Selected revised papers from Gesture workshop 2005, LNAI Springer.

Braffort Annelies, Bossard Xavier, Segouat Jeremy, Bolot Laurence & Lejeune Fanch (2005). Modélisation des relations spatiales en LSF. In TALS 2005, atelier de TALN 2005. [on line] [<http://tals.limsi.fr/actes/s12.pdf>].

Cuxac Christian (2000). La langue des signes française (LSF). Les voies de l'iconicité, *Faits de Langues* n° 15-16, Ophrys, Paris.

Cuxac Christian (2004). 'Phonétique' de la LSF : une formalisation problématique. In A-M. Berthonneau, G. Dal, eds., *Linguistique de la LSF : recherches actuelles, Silexicales* (pp. 93-113). Actes du colloque de Villeneuve d'Ascq (23-24 septembre 2003), Université de Lille 3.

Engberg-Pedersen Elisabeth (1993). *Space in Danish Sign Language*, Hamburg, SIGNUM-verlag.

Dalle Patrice & Lenseigne Boris (2005). Vision-based sign language processing using a predictive approach and linguistic knowledge. In: IAPR conference on Machine Vision Applications – MVA Tsukuba Science City, Japon, 16-18 mai 2005. IAPR, pp.510-51.

Dalle Patrice & Lenseigne Boris (2005). Modélisation de l'espace discursive pour l'analyse

de la langue des signes. In TALS 2005, atelier de TALN 2005. [on line] [<http://tals.limsi.fr/actes/s7.pdf>].

Garcia Brigitte & Boutet Dominique (2003). Vers une formalisation graphique de la Langue des signes française (LSF) : éléments d'un programme de recherche. In F. Bertin, C. Cuxac, eds., *Langue des signes française (LSF), enjeux culturels et pédagogiques*, *La Nouvelle Revue de l'ALS*, n° 23 (pp. 49-62), Suresnes, éditions du Cnefei.

Garcia Brigitte & Boutet Dominique (2006). Finalités et enjeux linguistiques d'une formalisation graphique de la langue des signes française (LSF). In R. Sabria ed., *Les langues des signes (LS) : recherches sociolinguistiques et linguistiques*, *Glottopol* n°7, DYALANG, [on line] [http://www.univ-rouen.fr/dyalang/glottopol/numero_7.html].

Girod Michel *et al.* (1997). *La langue des signes, dictionnaire bilingue LSF/français*, t. 2 et 3, IVT Éditions, Paris.

Lejeune Fanch & Braffort Annelies (2002). Study on Semantic Representations of French Sign Language Sentences. In I. Wachsmuth & T. Sowa eds., *Gesture and Sign Language based Human-Computer Interaction*, LNAI 2298, Springer Pub.

Lejeune Fanch, Braffort Annelies & Desclés Jean-Pierre (2001), Analyse sémantico-cognitive de quelques structures en Langue des Signes Française. In C. Cavé, I. Gaïtella, S. Santi, eds., *Oralité gestualité, interactions et comportements multimodaux dans la communication*, Actes du colloque Orage 2001, Aix en Provence, juin 2001 (pp. 334-339). Paris, L'Harmattan.

Lenseigne Boris & Dalle Patrice (to appear). Using Signing Space as a Representation for Sign Language Processing. In S. Gibet eds., *Gesture in Human-Computer Interaction and Simulation*, Selected revised papers from Gesture workshop 2005, LNAI Springer.

Miller Christopher (1994). A note on notation, in *Sign Post*, vol. 7, n°3, University of Durham.

Miller Christopher (2001). Some reflections on the need for a common sign notation, in Wilbur R. (ed.), *Sign Language & Linguistics*, vol. 4 n° 1/2, John Benjamins Publishing Company, Amsterdam / Philadelphia: 11-28.

Pizzuto Elena & Pietrandrea Paola. (2001). The notation of signed texts: open questions and indications for further research, *Sign Language and Linguistics, (Special Issue on Sign Transcription and Database Storage of Sign Information)*, 4: 1/2, pp. 29-43.

Sutton Valerie (1999). *Lessons in SignWriting. Textbook & workbook* (2nd edition, 1st edition 1995), La Jolla, CA: Deaf Action Committee for Sign Writing.

Boutet, D., & Garcia, B. (2006). Finalités et enjeux linguistiques d'une formalisation graphique de la Langue des Signes Française (LSF). *Glottopol. Revue de sociolinguistique en ligne*, (7), 31–52.



GLOTTOPOL

Revue de sociolinguistique en ligne

n°7 – janvier 2006

*Les Langues des Signes (LS) : recherches
sociolinguistiques et linguistiques*

SOMMAIRE

Richard Sabria : *Présentation*

Richard Sabria : *Sociolinguistique de la Langue des Signes Française*

Dominique Boutet, Brigitte Garcia : *Finalités et enjeux linguistiques d'une formalisation graphique de la Langue des signes Française (LSF)*

Annie Risler : *La simultanéité dans les signes processifs*

Ivani Fusellier-Souza : *Processus de création et de stabilisation lexicale en langues des signes (LS) à partir d'une approche sémiogénétique*

Agnès Millet : *Le jeu syntaxique des proformes et des espaces dans la cohésion narrative en LSF*

Genevière Le Corre : *Regard sur les rapports intersémiotiques entre La Langue des Signes Française et le français*

Pierre Guitteny : *Langue, pidgin et identité*

Saskia Mugnier : *Le bilinguisme des enfants sourds : de quelques freins aux possibles moteurs*

Françoise Bonnal-Vergès : *Langue des Signes Française : des lexiques des XVIII^e et XIX^e siècles à la dictionnaire du XXI^e siècle*

FINALITES ET ENJEUX LINGUISTIQUES D'UNE FORMALISATION GRAPHIQUE DE LA LANGUE DES SIGNES FRANÇAISE (LSF)

Dominique Boutet, Brigitte Garcia
UMR 7023 (Université Paris 8)

Quelle validité, quelles motivations, quels enjeux y a-t-il à envisager de doter d'une forme écrite la Langue des Signes Française (LSF) ? Ces questions sont au fondement d'un programme pluridisciplinaire¹ dont on se propose d'exposer ici quelques-unes des raisons d'être, les bases méthodologiques et empiriques sur lesquelles il s'appuie et les interrogations théoriques auxquelles il engage, en termes linguistiques et sémiologiques.

Reformulation de la problématique graphique pour la LSF

Les langues des signes (désormais LS) ne sont, de prime abord, que l'un des très nombreux exemples de langues sans écriture. Par-delà l'apparente banalité du cas néanmoins, on doit souligner le caractère sémiologiquement inédit de leur situation relativement à l'écriture.

Rappelons tout d'abord que ces langues ne sont pas, loin s'en faut, vierges de toute représentation graphique. En premier lieu, on ne doit pas minorer la dimension de forme graphique, cachée mais assurément prégnante, que constituent depuis près de deux siècles les lexiques et dictionnaires mettant en rapport un signe et un ou plusieurs mots (écrits) d'une langue vocale (LV)². Outre ces formes graphiques indirectes, on sait que depuis les entreprises *princeps* de Bébien (1825) et de Stokoe (1960), nombre de systèmes de notation spécifiques ont été élaborés. Si l'enjeu était pour Bébien pédagogique et pour Stokoe essentiellement statutaire (il s'agissait de montrer le statut linguistique des LS), la grande majorité des systèmes actuels, créés entre 1970 et 1990, l'ont été pour répondre aux besoins des chercheurs (constitution de dictionnaires et, surtout, transcription des données)³.

¹ Les actions présentées s'inscrivent dans deux cadres successifs : un projet subventionné par la DGLFLF, ministère de la Culture et de la Communication (2003-2005) ; un projet RIAM, LS Script (2005-2007, Ministère délégué à la Recherche). Elles associent des chercheurs en sciences humaines et sociales (linguistique, psycholinguistique et sociologie), des chercheurs en informatique (IRIT-TCI Toulouse 3 et LIMSI Orsay), l'institut IRIS de Toulouse, regroupant notamment des enseignants sourds en structures bilingues, et la société Websourd de Toulouse, prestataire de services sourds et nouvelles technologies.

² Ce phénomène, relayé par le principe des annotations en gloses (voir *infra*), mériterait, bien sûr, de plus amples développements.

³ Pour un recensement, voir Miller (1994 et 2001). On revient plus loin sur les quelques exceptions.

Ce dont en fait ne disposent pas les LS, c'est d'une *forme écrite* au sens où ceci existe pour quelques LV : un système graphique permettant de communiquer par écrit, c'est-à-dire de recevoir et de transmettre directement du sens sans transiter par la forme parlée de la langue. La vraie spécificité des LS dès lors, c'est l'absence, pour ces langues visuo-gestuelles, de l'arrière-plan plurimillénaire d'ajustement avec la modalité visuo-graphique qui caractérise en revanche les langues de modalité audio-orale. Le fait important à cet égard est que toute LV non écrite peut aujourd'hui se voir adapter assez aisément et de manière performante l'un ou l'autre des systèmes d'écriture existant pour d'autres LV. Ce n'est pas le cas pour les LS. Mais il faut aussi préciser la contrepartie, qui est que les systèmes de notation inventés pour ces langues n'ont pas de réel équivalent pour les LV. Pour la *transcription* c'est-à-dire la saisie graphique des formes parlées de ces LV, les écritures historiques constituent en effet désormais un filtre inéluctable, que l'on ait recours à des aménagements conventionnels de ces écritures et de leurs règles orthographiques ; aux systèmes de notation dits « phonétiques » (essentiellement l'API) – qui dérivent, en réalité, des écritures historiques⁴ – ; ou encore aux systèmes plurilinéaires plus récemment élaborés. Dans tous les cas, la saisie de l'oral ne peut faire l'économie des formes écrites existantes⁵. Pour les LS précisément, aucun système d'écriture propre ne préexiste à l'élaboration des systèmes de transcription⁶.

Ce qui est néanmoins commun aux deux types de langues est qu'il n'existe pas davantage de système de transcription satisfaisant et institutionnalisé des formes parlées des LV qu'il n'en existe pour le discours en LS. Si, donc, on veut spécifier ce qu'il y aurait d'éventuellement plus réfractaire à la saisie graphique dans les LS, il faut ne comparer que ce qui est comparable. Pour les systèmes graphiques visant à transcrire du discours en LS, le seul terme comparable en ce qui concerne les LV ce sont les systèmes, évoqués au paragraphe précédent, qui tentent de transcrire des corpus de langue parlée. Les problèmes rencontrés par les transcrip-teurs sont en grande partie similaires à ceux que rencontrent les chercheurs en LS : interrogations quant à la délimitation de ce qui est ou non « de la langue » et quant aux principes de segmentation ; problèmes de lisibilité et de maniabilité ; limites du recours à des gloses dans la forme écrite de la LV⁷.

Durant les années 1970 et 1980 où, parallèlement à la réémergence des travaux sur les LS, les systèmes de notation se sont multipliés, la question spécifique de la mise au point non pas simplement d'un système de transcription mais d'un système d'échange par écrit pour les locuteurs de LS mobilise quelques chercheurs. C'est, notamment, le cas de Valérie Sutton et de son système *Sign Writing* (Sutton, 1974-2005)⁸ et de Paul Jouison (1995), qui tente d'élaborer le système *D'Sign*⁹ auquel il assignait la double finalité d'outil de transcription du discours en LS et, au moins à terme, de moyen de communication. Cette problématique d'une *écriture* des LS, toutefois, n'a jamais réellement été thématisée comme telle¹⁰ ni appréhendée aux plans théorique et épistémologique¹¹. Elle ne s'est jamais appuyée non plus sur une

⁴ Et, plus spécifiquement, des écritures alphabétiques. Cf. notamment Cao (1985).

⁵ En ce qui concerne l'ensemble des solutions envisagées par les transcrip-teurs des corpus oraux, voir notamment Habert (1997) et Blanche-Benvéniste (1997).

⁶ Cette question est abordée par Pizzuto et Pietrandrea (2001).

⁷ Sur ce point, voir Blanche-Benvéniste (1997 et 2000).

⁸ Le programme LS Script inclut une expertise des potentiels pédagogiques et linguistiques de ce système, le seul qui fasse l'objet d'une pratique et d'un enseignement depuis plusieurs années dans plusieurs pays du monde.

⁹ Tentative inachevée. Voir à ce sujet Garcia (2000).

¹⁰ Durant les années 1970-1980, en amont du renouveau des travaux sur l'histoire et la sémiologie des écritures, on ne dissocie pas écriture et transcription, l'écriture étant communément considérée comme une copie, plus ou moins réussie, de l'oral. Pour plus de détail sur cette période et les ambiguïtés qui caractérisent alors la conception des rapports entre langue et écriture, voir Garcia (1997) et Boutet et Garcia (2003).

¹¹ Quelques auteurs font cependant exception. Il s'agit notamment de Johnston (1991), Stokoe (1994) et Cuxac (1996).

quelconque consultation des locuteurs sourds qui, très majoritairement, ignorent jusqu'à l'existence même de représentations graphiques de leur langue.

À compter du début des années 1990 et si l'on excepte le cas isolé de *Sign Writing*, la question d'une forme écrite des LS est tout à fait reléguée. À partir de cette date toutefois, la recherche sur ces langues se développe et s'institutionnalise et les besoins de transcription de corpus s'accroissent à proportion. Les systèmes de notation s'avèrent rapidement très limités. Fondés sur la notation monolinéaire de signes analysés à partir de leur forme de citation (hors contexte), ils sont inaptes à rendre compte de séquences discursives. Le fait notable est alors la mise au point de systèmes de transcription plurilinéaires, systèmes d'annotation inspirés de ceux élaborés pour les formes parlées de LV et rapidement augmentés de versions multimédia, éditeurs de partition intégrant la vidéo. Pour autant, si le principe de la partition ajoute la possibilité de rendre compte de la temporalité relative et de l'interaction des multiples paramètres corporels co-occurents dans le discours, ces systèmes plurilinéaires présentent eux-mêmes de grandes limites. Outre qu'ils ne permettent pas une restitution graphique fine et lisible des phénomènes linguistiques exploitant l'espace, ils posent un problème d'une autre nature, évoqué plus haut, qui est leur recours palliatif massif à la forme écrite de la LV dominante, qui plus est sous des formes hétérogènes et sophistiquées : gloses, abréviations, traduction, description de signifié, description de signifiant. Sans compter le risque, souvent souligné par les chercheurs eux-mêmes¹², d'incidence sur les représentations de la LS chez les linguistes entendants, une question non anodine est celle de l'accès à ces systèmes par des chercheurs sourds n'ayant pas, comme c'est le plus souvent le cas, une intuition fine de cette forme écrite de la LV.

Cette question des modalités de transcription de leurs corpus par les chercheurs et de leurs limites constitue un enjeu de premier plan pour la recherche linguistique sur ces langues. Au-delà toutefois, il nous a semblé que s'amorçait ces dernières années, au moins en France, un changement structurel plus profond, touchant au statut de la LSF et de ses locuteurs et amenant à aborder frontalement la question plus vaste de l'éventuelle nécessité de doter cette langue d'un formalisme graphique à même de remplir des fonctions de l'écrit autres que cette seule fonction de transcription¹³. Depuis quelques années en effet sont apparus des indices forts d'une prise en considération officielle plus concrète de la LSF comme langue enseignée et peut-être, à terme, comme langue d'enseignement pour les enfants sourds. Ainsi notamment de l'inclusion des LS dans le référentiel de compétences européen et les discours de reconnaissance officielle qu'elle a suscités¹⁴ ; de l'habilitation de toujours plus de diplômes universitaires et nationaux dédiés à la LSF, à son enseignement et à son interprétation ; de l'intégration, à Toulouse, de la filière bilingue LSF-français écrit dans le cadre d'un projet pilote placé sous l'égide de l'éducation nationale. Expression de cette évolution, les débats ayant abouti à la toute récente loi « pour l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées » (11 février 2005) qui reconnaît la LSF comme langue à part entière et en recommande l'enseignement aux enfants sourds. Une éducation en LSF comme langue première des enfants sourds ne peut faire l'économie ni d'une réflexion sur ce qui peut tenir lieu d'écrit pour les locuteurs de cette langue ni sur les besoins et la possibilité d'écrire la LSF. Cette évolution contextuelle donne par ailleurs un autre sens au constat informel que nous avons fait depuis plusieurs années : celui de l'existence, chez les locuteurs sourds de LSF, de pratiques graphiques spécifiques (c'est-à-dire autres que le français écrit ou l'exploitant de manière originale). On doit, au moins, s'interroger sur les

¹² Par exemple, Johnston (1991), Cuxac (2000), Pizzuto et Pietrandrea (2001).

¹³ Il nous semble au demeurant que travailler à une formalisation graphique dans cette perspective plus large est la meilleure manière de faire évoluer, en retour, les systèmes de transcription eux-mêmes.

¹⁴ Dossier de presse. Le premier outil pédagogique pour la langue des signes. 13 février 2002, Ministère de l'Éducation nationale, <http://www.education.gouv.fr/presse/2002/signecp.htm>.

fonctions remplies par de telles pratiques, observées notamment dans les milieux de l'enseignement et dans ceux du théâtre.

Les difficultés massives des sourds à l'écrit sont notoires. Pour cette raison, un nombre substantiel d'études ont abordé la question, fondamentale, des conditions à un accès réussi des sourds à la forme écrite de la LV nationale. Dans le contexte esquissé ci-dessus, nous avons voulu quant à nous, en amont de cette question essentielle et l'intégrant, aborder, pour ce qui concerne la France, la problématique plus large de « l'écrit des Sourds¹⁵ », en nous plaçant sur le terrain des fonctions cognitives, sociales et culturelles de l'écrit, pour voir si et comment ces fonctions sont ou ne sont pas remplies et, pour ces Sourds vivant dans une société de l'écrit, si et comment elles pourraient l'être.

Ecrire la LSF ? Pour qui, pour quels usages ? Résultats d'une enquête qualitative auprès de locuteurs sourds

Deux grands types de raisons ont motivé le choix qui a été le nôtre d'ancrer l'ensemble de notre entreprise sur une enquête qualitative. Aucune étude n'avait jusqu'ici, pas plus en France qu'ailleurs, permis de recueillir le point de vue des sourds eux-mêmes sur ces problématiques des formes d'écrit pour leur langue. La question de l'écriture d'une langue (ou de ses « formes d'écrit »), pourtant, appartient au premier chef à ceux dont elle est la langue principale et *a fortiori* dans le cas d'une langue minorée comme l'est la LSF et lorsque l'on sait à quel point est sensible la relation des sourds à l'écrit. L'une des raisons d'être de ce terrain était donc de permettre d'emblée une implication des sourds dans la démarche de réflexion et d'investigation. L'autre grande motivation est de nature théorique. Loin de l'idée qui a fait long feu d'une notation qui serait un reflet (plus ou moins fidèle) de « la langue », il faut poser qu'une forme graphique ne vaut pas dans l'absolu mais seulement pour certains usages et certains usagers. Toute notation est fondée sur l'intégration d'un certain nombre d'hypothèses sur ce qui structure la langue mais également sur des choix formels et des choix d'implicites qui sont tributaires des usages et usagers potentiels du système – usages et usagers qu'il importait donc de déterminer.

Outre une investigation liminaire sur les représentations que les Sourds rencontrés ont de l'écriture, on a ainsi cherché à appréhender ce qu'il en est de leurs usages et pratiques graphiques effectives et à évaluer avec eux leurs éventuelles attentes en la matière. L'investigation s'est voulue ouverte, prospective et non limitée au graphique au sens strict, incluant en effet à la fois l'analyse du rôle, en fonction d'écrit, de la vidéo et des nouvelles technologies visuelles et un questionnement sur l'intérêt éventuel de doter la langue d'une forme écrite spécifique. Répétons qu'il ne s'agit à aucun moment de mettre en question le caractère indispensable du plein accès des sourds au français écrit. L'objectif était plutôt de préciser si l'ensemble des supports que constituent le français écrit et la vidéo parviennent à remplir, pour des locuteurs dont la langue première est la langue des signes, toutes les fonctions que remplit l'écrit et, en particulier, celles qu'il remplit spécifiquement pour une langue dont il est la forme écrite propre.

Pour mener une investigation en profondeur sur les représentations, usages et pratiques graphiques, l'approche qualitative sous la forme d'entretiens individuels semi-directifs s'imposait. Nous avons ainsi réalisé 31 entretiens de deux heures. Visant à rendre compte au mieux de la diversité en termes de situation géographique, de profession, d'âge et de parcours personnel, nous avons toutefois choisi, pour les raisons indiquées ci-dessus, de privilégier les milieux de l'enseignement, enseignement de et en LSF. Pour l'enseignement en milieu

¹⁵ La majuscule renvoie ici à une distinction devenue classique, le mot « Sourd » référant à l'appartenance à une communauté culturelle et non à une particularité physiologique.

scolaire, notre démarche étant prospective, nous avons en outre mis l'accent sur les structures d'éducation bilingue (1 % des structures scolaires accueillant aujourd'hui les sourds). Les choix ainsi opérés font que cette enquête ne prétend pas rendre compte de la situation de l'ensemble des sourds de France. Outre, en effet, que les personnes rencontrées ont la LSF comme langue principale (sinon toujours chronologiquement première, du moins langue identitaire), leur statut ou profession fait que, le plus souvent, elles sont spécifiquement confrontées aux problématiques de la langue et de l'écrit et ont eu à prendre du recul sur leur langue. Même si, contrepoint partiel, notre échantillon inclut quelques personnes dont la profession ne présente pas de lien privilégié avec l'enseignement de la langue ou avec l'écrit, les traits mentionnés sont évidemment bien loin d'être le lot de la majorité des sourds français, signeurs ou non. Répétons-le toutefois : ces choix nous semblent pertinents dans une démarche qui se veut prospective.

Les personnes rencontrées sont des adultes sourds, de 24 à 59 ans. Reflet de la situation de l'éducation des sourds en France¹⁶, à l'exception d'une seule personne, qui a suivi toute sa scolarité depuis le cours élémentaire en structures bilingues, les interviewés ont été scolarisés en écoles spécialisées et / ou en intégration et ont donc connu une scolarité de type oraliste. Le tableau ci-dessous présente la répartition par profession des personnes rencontrées, originaires de différentes villes : Paris (12), Toulouse (10), Bayonne (2), Poitiers (1), Bordeaux (1), Champ sur Marne (1), Grenoble (1) et Suresnes (1).

Enseignants de LSF en association	4
Enseignants de LSF en milieu scolaire	2
Enseignants en LSF (primaire et secondaire)	6
Intervenants universitaires	4
Étudiants	5
Comédiens et metteurs en scène	4
Chercheurs	1
Autres	4

Afin de ne pas arrimer l'ensemble à la personnalité d'un ou deux enquêteurs, nous avons fixé à cinq le nombre d'intervieweurs, entendants connaissant de longue date la communauté sourde. Que les enquêteurs choisis soient entendants n'a pas été un choix mais la conséquence de l'absence actuelle de sourds formés à la fois aux problématiques en jeu et à la conduite de ce type d'entretiens¹⁷. De ce fait et même dans le cas où l'enquêteur était excellent signeur, il était plus équilibré de permettre à chacun de s'exprimer dans sa langue principale : nous avons ainsi adopté un dispositif à trois personnes, intervieweur, interviewé et interprète. L'échange était enregistré à la fois au magnétophone et au caméscope. Les entretiens ont été intégralement transcrits en français écrit. Du très riche corpus de discours ainsi recueilli, on ne retiendra, dans le cadre du présent article, que quelques grands résultats¹⁸.

Le niveau de maîtrise en français écrit, compte tenu de la complexité du rapport que les sourds entretiennent avec cette langue et pour autant qu'on ait eu les moyens de l'évaluer, n'a pas été un critère de sélection des personnes rencontrées. Importait avant tout la manière dont ces personnes s'évaluent elles-mêmes et décrivent la nature de leur relation à cette langue. Plus de la moitié d'entre elles se disent ainsi en très grande difficulté en français écrit, au

¹⁶ Voir Dalle (2003).

¹⁷ L'une des vocations du programme amorcé par cette enquête est, précisément, d'initier de telles formations. La phase devant suivre celle présentée ici comporte, en parallèle à des observations dans les classes, la constitution de groupes de travail formés de sourds et, au minimum, co-animés par un sourd.

¹⁸ On n'évoque notamment pas ce qui concerne les représentations liées à l'écriture et le rapport au français écrit. Pour une présentation plus complète, voir Garcia (2006).

point d'être le plus souvent en situation d'évitement et d'avoir, en cas d'obligation, à faire systématiquement appel à une tierce personne. Six seulement se disent à l'aise ou parfaitement à l'aise, le petit tiers restant se disant apte à se débrouiller au quotidien, au prix toutefois d'un effort important pour les écrits les plus formels.

Un grand constat est que, même lorsqu'ils pourraient être taxés d'illettrisme (ou se disent tels), les sourds rencontrés ont une pratique graphique très importante. Il faut, pour l'appréhender, dissocier les productions graphiques destinées aux entendants, limitées au français écrit (dans l'usage qu'on peut en faire), des pratiques pour soi et entre sourds. Dans ces deux derniers cas, la pratique la plus fréquente, même si l'on maîtrise le français écrit, est un usage spécifique de celui-ci, que les interviewés désignent de termes équivalant soit à « *LSF-français* » soit à « *LSF écrite* ». Un aspect important est le caractère quasi-délibéré de cette appropriation des ressources de la langue écrite nationale, l'objectif souvent explicité comme tel étant d'« *écrire en LS* » : alignement de mots français ordonnés, selon eux, d'après la syntaxe de la LSF, ces mots, appelés « *mots-signes* » ou « *mots LSF* », ayant en outre un statut sémiotique original puisqu'ils sont utilisés pour « *écrire les signes en mots* ». Plus la maîtrise du français est faible, plus cette LSF-français se mixte de dessins (courriers et fax), jusqu'à pouvoir être essentiellement à base de dessins et de symboles graphiques autres. Dans certains cas, où l'on parlerait sans doute d'illettrisme, ceci peut aller jusqu'à la mise au point de systèmes complètement originaux, dont tout « *mot-signe* » est absent et caractérisés notamment par une utilisation autre de l'espace de la page et, par exemple, une organisation en casiers, chacun correspondant à la mise en scène d'une idée. L'analyse sémiolinguistique systématique de ces pratiques reste à faire ; une difficulté particulière à cet égard tient au caractère éminemment intime de ces productions qui rend leur collecte délicate¹⁹. On insistera plutôt ici sur les situations où les sourds rencontrés ont recours à ces pratiques spécifiques même lorsqu'ils maîtrisent le français écrit parce que, disent-ils, celui-ci s'avère insatisfaisant.

C'est, tout d'abord, les situations où l'on a recours au graphique dans sa fonction propre de support à la construction d'une réflexion, celle-ci pouvant notamment avoir à déboucher sur une production en LS (conférence, rendez-vous). Soit on utilise, alors, le seul français écrit mais en se limitant à une liste de « *mots clés* » ou de « *phrases clés* », présentées comme simples « *aide-mémoire* » référant davantage aux idées conçues en LSF qu'à du français. Soit, le plus souvent et notamment pour ceux qui ne maîtrisent que moyennement, peu ou pas du tout le français, on recourt au continuum évoqué plus haut, qui va de la « *LSF-français* » aux seules symbolisations graphiques idiosyncrasiques. Mais, dans tous les cas, la conception s'opérant en LSF, cette situation est présentée comme l'une des plus insatisfaisantes et des plus frustrantes – alors même que cet usage de l'écrit comme support à une élaboration cognitive renvoie à l'une des fonctions clés de la chose graphique. Une autre problématique est celle du support à un exposé oral en LSF, l'équivalent des notes d'un conférencier entendant. La difficulté particulière est alors que, même si l'on se dit à l'aise en français écrit, son utilisation comme support perturbe la fluidité de l'émission en LSF et suscite la production de français signé. Ici encore, les solutions trouvées sont variables mais, presque toujours, décrites comme peu satisfaisantes. Les deux problèmes que l'on vient d'évoquer se retrouvent, aux dires des enseignants rencontrés, dans l'enseignement de la LSF en milieu scolaire, lorsque les élèves, pour les exercices d'autocorrection ou pour l'évaluation (la composition des élèves entendants), ont à préparer (en classe ou à la maison) puis à énoncer devant la caméra une production en LSF.

On évoquera deux autres cas de figure problématiques. Celui d'abord de la prise de notes à partir d'un cours, d'une conférence ou d'une réunion en LSF, le recours au français étant souvent dit inadéquat et plus encore si l'on veut conserver telle formulation spécifique en

¹⁹ Un premier travail d'analyse a néanmoins été mené sur les productions graphiques de l'un des comédiens rencontrés (Roch, 2004).

LSF. Le cas, par ailleurs, où l'on crée en LSF une production de type littéraire ou artistique dont on veut donner une expression graphique qui permettra certes de le mémoriser et de le préserver mais aussi de le retravailler en détail – ce que la vidéo ne permet pas de façon assez souple. C'est ce cas-ci qui a pu donner lieu aux inventions graphiques les plus systématisées, même si, le plus souvent, leur usage est limité à un très petit nombre de personnes et même si, pour les cas rencontrés, les solutions trouvées semblent satisfaire leurs inventeurs. Une situation proche, aussi féconde en pratiques graphiques idiosyncrasiques, se présente aux comédiens et metteurs en scène pour la saisie graphique non seulement de l'adaptation à la LSF d'un texte de français écrit mais aussi de leur interprétation personnelle, et ceci en vue de la mémoriser comme de la retravailler.

De ces multiples pratiques graphiques, qui diffèrent du français écrit ou ne l'exploitent que comme une ressource graphique parmi d'autres pour noter, en réalité, la LS, on ne peut certes pas se contenter de dire qu'elles sont autant de manifestations du besoin et de l'attente d'une formalisation graphique commune et normalisée de la LSF. Malgré les situations problématiques évoquées, ceux du moins des sourds rencontrés qui maîtrisent le français écrit disent s'accommoder le plus souvent de l'emploi de cette forme écrite. Selon les interviewés par ailleurs, une partie au moins des fonctions qu'une écriture remplit spécifiquement pour la langue dont elle est la forme écrite sont, pour les LS, déjà remplies ou à même de l'être par la vidéo et les nouvelles technologies visuelles – considérées de fait par une majorité comme « la forme d'écrit de la LSF » – : préservation et archivage, support pédagogique pour l'enseignement de et en LSF (feed-back sur la production, support et trace des leçons, support d'évaluation...), support d'une « *grammatisation* »²⁰ de la langue (discours référents, dictionnaires vidéo...), moyen de sa diffusion. Et, selon quelques-uns, la rapidité de l'avancée technologique permet de tabler que certaines limites actuelles de la vidéo – lourdeur de manipulation, notamment pour le montage et la sélection des données sur un document – seront rapidement dépassées.

Mais, aux dires mêmes de la majorité des personnes interviewées, toutes ne pourront pas l'être. Celle, d'abord – évoquée par plusieurs étudiants et enseignants, spécialement concernés par l'archivage de données en LSF – qui est liée à l'accès aux banques de données (moteurs de recherche). Les potentiels prédits à moyen terme en matière de reconnaissance informatique de l'image (mouvement et forme) sont encore loin d'équivaloir à l'économie que représenterait la formulation des requêtes *via* une représentation graphique spécifique des données (de langue) recherchées. Mais aussi et de manière plus inhérente, pour une majorité des personnes rencontrées, la vidéo présente des limites intrinsèques qui l'empêchent de jouer, en particulier, le rôle de support à l'élaboration d'une réflexion pour lequel, on l'a vu, le français écrit, même maîtrisé, s'avère non satisfaisant. C'est d'abord du fait, selon eux, de la présence physique visible du locuteur, nécessairement singulier : la vidéo, de ce fait, reste du côté de l'oral, interdit, surtout, la prise de recul qu'autorise l'écrit, *a fortiori* s'il s'agit de sa propre image. C'est ensuite parce que, en production comme en « lecture », la vidéo, par son défilement, ne permet pas l'appréhension simultanée de ce qui est en cours d'inscription et de ce qui est déjà inscrit – simultanéité qui fonde pourtant les potentiels propres de la « raison graphique ».

Au-delà, c'est dans l'enseignement que se concentrent les difficultés liées à l'absence de forme écrite pour la LSF. On a mentionné plus haut les problèmes rencontrés dans l'enseignement de la LSF aux enfants sourds, en ce qui concerne la conception puis la production devant la caméra d'une « composition » en LSF. On y ajoutera ceux qu'évoquent les enseignants de français écrit en LSF et qui sont liés selon eux au déséquilibre entre une langue foncièrement orale (sans forme écrite propre), la LS, et cette forme écrite qu'est le

²⁰ Terme emprunté à Sylvain Auroux (1994).

français qui dispose, lui, des deux registres. Ils notent ainsi une double difficulté. La nécessité, lorsqu'ils veulent partir d'une création des enfants réalisée en LSF (étape classique de la recherche d'idées) pour aller vers du français écrit, d'en passer de toute façon par une manière de formalisation graphique du contenu en LS ainsi produit, « bricolage » *ad hoc* qui ne les satisfait pas. Et, à l'inverse, pour l'étude (en LSF, langue d'enseignement) d'un texte de français, le sentiment qu'ils ont, en s'en tenant à la traduction du contenu en LSF, d'éluder ce qui spécifie le texte écrit comme tel.

La question corollaire, dès lors, est celle des réactions des Sourds à l'idée d'une formalisation graphique de la LSF. Faute de pouvoir restituer ici la richesse et la complexité de ces réactions, on s'en tiendra à quelques grandes lignes – en rappelant que ces réactions émanent de Sourds qui ont eu la possibilité de prendre du recul sur leur langue. On notera, d'abord, que cette problématique n'a jamais suscité de rejet pur et simple et qu'elle a, à l'inverse, toujours généré une forte mobilisation. En termes purement quantitatifs, ceux pour qui une formalisation graphique de leur langue offrirait surtout des avantages sont un peu plus nombreux que ceux pour lesquels prévalent des arguments contre cette idée. Les freins les plus récurrents sont de trois sortes : l'infaisabilité ou le risque d'aboutir à un codage réducteur, néfaste à la LSF ; l'impossibilité pour une telle écriture, face à l'omniprésence du français écrit, d'atteindre à une réelle existence sociale et donc de pouvoir jouer un rôle pour la reconnaissance de la LSF ; la crainte, enfin, d'une ghettoïsation accrue de la communauté sourde. À l'exception du second point (quelle existence sociale pour une telle écriture hors l'école et, donc, quel statut à l'école ?), les plus enthousiastes balaient ces craintes, en soulignant notamment que, comme la LSF elle-même a, de fait, accru les échanges entre sourds et entendants, une écriture de la LSF serait une voie d'entrée supplémentaire des entendants dans le monde des sourds et de la LS. Chez eux, très majoritairement des enseignants, est surtout mise en avant l'idée qu'une formalisation graphique de la LSF permettrait d'en clarifier la définition, de même qu'elle contribuerait à optimiser l'accès des enfants sourds au français écrit. Chercher à donner une forme graphique à la LSF astreindrait en effet selon eux à une explicitation des règles et contours de la LSF, à une mise à plat de ses registres et variations comme tels, permettrait de lui conférer des référents stables et reconnus. L'existence d'une telle forme graphique, outre les avantages, soulignés plus haut, qu'elle présenterait dans l'enseignement, valoriserait en outre leur langue aux yeux des enfants sourds et, leur permettant d'affermir leur nécessaire maîtrise préalable de la LSF et leur recul sur elle, pourrait faciliter leur entrée dans l'écrit du français.

Au-delà de ces réactions, quelles que soient leurs réserves et, dans tous les cas, leur conscience fine de la complexité des enjeux, tous voient la démarche même de réflexion sur le sujet comme salubre, et, souvent, comme un moyen privilégié d'interroger frontalement le statut actuel et à venir de leur langue. La condition d'évidence, légitimement insistante, est que cette démarche s'inscrive dans une pleine collaboration avec eux.

Enjeux linguistiques et sémiologiques d'une formalisation graphique de la LSF

Les discours recueillis semblent donc bien confirmer l'intérêt de notre démarche. Leur analyse permet de spécifier les fonctionnalités qu'il convient d'assigner au formalisme graphique projeté – dont on doit d'ailleurs envisager qu'il puisse être multiple. La diversité des attentes en effet peut impliquer différentes options formelles. De fait, une partie des fonctionnalités que devrait remplir un tel système semble exiger une notation qui exhibe l'aspect formel des structures linguistiques (notation de signifiant) : créations littéraires et poétiques, pratiques liées à la mémorisation des « textes » dramatiques, prise en notes d'une

production que l'on veut conserver – toutes situations proches de la fonction de transcription, pour lesquelles l'enjeu est de garder une trace fidèle des dimensions formelles d'une donnée de langue. Ce n'est pas nécessairement le cas, en revanche, pour les fonctions de support à une élaboration cognitive, à une recherche d'idées, à la formulation de requêtes dans une base de données de LSF. Dans ces derniers cas, qui correspondent aux attentes les plus récurrentes, on peut envisager une notation de type morphémographique (notation de signifié) ou, au moins, de type mixte (« morpho-phonographique »). On revient plus loin sur ces questions.

Au-delà de ces grandes orientations formelles et au fondement de notre démarche, rappelons en premier lieu ce fait connu qui est que la diversité historique et actuelle des systèmes d'écriture résulte directement de la diversité typologique des langues (LV) elles-mêmes. On voit mal dès lors, sauf à considérer que ces langues d'une modalité pourtant particulière (audio-orale) auraient épuisé l'ensemble des possibles graphiques, comment les écritures des LV pourraient en tant que telles convenir à des langues typologiquement aussi différentes que les LS. Pourtant, l'examen des fondements théoriques et sémiologiques des systèmes de notation des LS montre qu'ils sont tous inspirés des principes alphabétiques élaborés pour les LV (une très petite partie d'entre elles en réalité) et n'ont en rien pris en compte ce qui constitue pourtant les plus grandes spécificités structurelles des LS.

Toutes les notations abouties des LS procèdent en effet, de manière plus ou moins explicite, d'une analyse des signes dits lexicaux hors contexte et, notamment, hors spatialisation, en éléments paramétriques linéarisés de leur forme signifiante (visuelle) – les paramètres retenus étant, peu ou prou, ceux qui ont été dégagés par Stokoe (Stokoe, 1960 et 1965). À ces éléments paramétriques correspondent les unités graphiques. Les systèmes d'annotation plurilinéaires évoqués plus haut ne mettent en question ni ces principes théoriques sous-jacents de modélisation du bas niveau des LS ni le caractère central des unités signes (unités graphiques de niveau supérieur) ni même, au-delà du recours à la multilinéarité de la partition, les principes sémiologiques d'exploitation de la modalité graphique. Avant tout intéressés à la restitution des phénomènes structurels de plus haut niveau et particulièrement des faits de simultanéité et des phénomènes d'utilisation de l'espace, ils ne parviennent cependant qu'à les *décrire* par le recours à la LV écrite. Pour l'expression graphique des unités lexicales, ces systèmes peuvent intégrer les notations existantes (éventuellement en prévoyant une ligne supplémentaire à cet effet) et/ou contourner la question de toute notation de la structure interne de ces signes et de leurs variations en discours en recourant au principe conventionnel des gloses. À celles-ci peuvent s'adjoindre, dans la linéarité, des symboles renvoyant aux variations morphologiques, comme dans le système monolinéaire de gloses annotés mis en place à Berkeley²¹. Ainsi l'analyse des systèmes actuels de notation et d'annotation des LS révèle-t-elle surtout l'existence d'un hiatus entre d'un côté des notations de signifiant centrées sur l'unité signe et inadéquates à une saisie du discours et de l'autre des systèmes d'annotation du discours dans lesquels la saisie de ces signes en contexte est relayée (masquée) par le recours à la forme écrite de la LV (glose). Ce hiatus interroge directement la pertinence des principes de segmentation.

Il n'est dès lors pas surprenant que l'ensemble de ces systèmes graphiques achoppent précisément sur ce qu'il y a de plus spécifique aux LS. Ils ne permettent en effet une restitution graphique lisible ni des phénomènes simultanés ni des variations internes des signes en discours ni, plus largement, des phénomènes massifs de spatialisation des relations sémantiques et grammaticales. *A fortiori*, ils ne permettent pas davantage l'expression lisible des procédés sophistiqués de la coréférence discursive, ceux-ci mettant en jeu des relations spatio-temporelles (anaphores fondées sur la réactivation par le regard ou par pointage d'un *locus* antérieurement déterminé dans l'espace de signation). Les procédés de la coréférence

²¹ Voir Slobin et al. (2001).

sont pourtant au fondement de la cohésion et de la cohérence discursives dont l'écrit, caractérisé par sa réception hors contexte, est spécifiquement demandeur. À ceci s'ajoute la non prise en compte par les systèmes de notation existants des phénomènes relevant de ce que Cuxac appelle « la grande iconicité » et, particulièrement, des structures de transfert personnel. Notre parti pris, à l'encontre des manières de faire antérieures, est de *partir de* ces spécificités structurelles des LS (en interrogeant, le cas échéant, la validité ou les limites actuelles des descriptions qui en sont données) et de tabler sur la nécessité et la possibilité d'imaginer des procédés graphiques alternatifs, ce qui n'exclut pas le recours éventuel à la palette des procédés sémiologiques mis en œuvre dans les écritures des LV autres que phonographiques.

Partir des spécificités de la LSF, envisagée dans le cadre de la description qui, actuellement, nous semble les restituer au plus près, celle de Christian Cuxac, signifie selon nous que la formalisation doit se focaliser sur deux aspects clés. D'une part, les phénomènes relevant d'une utilisation pertinente de l'espace, d'autre part la structuration du bas niveau, dont la modélisation est déterminante pour le choix des unités graphiques minimales et leur combinatoire potentielle.

L'espace, tout d'abord. Du fait de la bidimensionnalité de la surface graphique, la pluridimensionnalité des réalisations en LS (pluralité des articulateurs et utilisation de l'espace) est généralement invoquée comme étant ce qui rend particulièrement complexe voire irréalisable (sauf codage réducteur) une formalisation graphique de la LSF²². Le système graphique projeté toutefois n'est pas un système de transcription, c'est-à-dire ne vise pas une représentation qui serait une projection formelle, une anamorphose de productions de langue préalables. En lien avec les résultats du terrain, on lui assigne comme première finalité de permettre une production graphique directe de contenus propositionnels, le véritable enjeu sémiologique étant dès lors de parvenir à une *interprétation* graphique qui respecte ce qui est structurellement pertinent en LSF. C'est même en partie dans le nécessaire dégagement de cette pertinence induit par le passage à une modalité autre (la modalité visuo-graphique) que réside, pour la linguistique des LS, le caractère heuristique de ce projet de formalisation graphique. Il nous semble dès lors indispensable de chercher avant tout à dégager une systématique à la fois formelle et sémantique dans les modalités d'utilisation de l'espace en LSF, préalable nécessaire à une réflexion sur les moyens de leur traduction graphique. Deux points notamment doivent être approfondis. D'une part, le fait que l'espace en jeu en LS n'est pas un mais pluriel, change de nature selon les structures utilisées – qu'il permet ainsi de caractériser ; d'autre part, le fait que certains des espaces exploités dans le discours le sont selon une organisation présémantisée. En ce qui concerne le premier point, la pluralité des types d'espaces générés (ou mis en jeu) par le discours en LS, on peut, en s'appuyant sur les grands types structurels décrits par Cuxac (Cuxac, 2000), dégager les éléments suivants, tout premiers jalons de la systématique à construire.

Dans les structures dites standards, *i.e* hors visée illustrative et recourant majoritairement à des signes lexicaux, la construction de références (actanciennes, temporelles, spatiales...) s'opère par l'instanciation de référents *via* l'activation de loci dans l'espace de signation puis la création de relations entre les référents instanciés. On a pu décrire l'espace discontinu ainsi construit comme un espace de type diagrammatique²³, signifiant par le tissu de relations qui s'y instaure et sa correspondance avec un même tissu de relations dans l'espace source (expérientiel, cognitif ou mental, selon les théories). Les espaces en jeu dans les structures « de grande iconicité », sous visée illustrative, sont par là même d'une autre nature, continue, mais ils sont également pluriels. Dans les structures dites de transfert de forme (TTF), le mouvement de la ou des mains, déployant la forme, ne renvoie pas à une action et il est

²² Sur ces questions, voir Garcia (2004).

²³ *Eg*, Cuxac (2000), Emmorey (2002), Risler (2002).

dépourvu de valeur temporelle : l'espace utilisé/généré est un espace topologique non métrique. Il relève en revanche d'une topologie métrique (« cartographique ») dans les transferts situationnels (TS), pour lesquels le déplacement dans l'espace, à valeur temporelle, reflète le déplacement effectif d'un actant. Autre type de structure, autre type d'espace : celui des transferts personnels (TP) que l'on peut décrire comme consistant en la création d'une localisation actancielle par placement (ou déplacement) du buste du locuteur. L'espace alors utilisé/généré par les mouvements du corps, qui renvoient à ceux de l'actant transféré, reprend une partie des propriétés de l'espace du corps propre du locuteur mais sans se confondre avec lui²⁴. Aux précédents et hors visée illustrative, s'ajoutent au moins deux autres types d'espaces. L'espace devant le signeur qui est classiquement défini par la négative comme « espace neutre », c'est-à-dire censément non signifiant, lieu d'articulation (« emplacement ») d'une partie importante des signes standard (dans leur forme de citation, comme thèmes, etc.). L'espace, enfin, non signifiant, qui est déployé par la réalisation de ces signes standards, distinct notamment de l'espace topologique des TTF et TS.

Une formalisation implique de dégager une typologie formelle et sémantique de ces espaces, c'est-à-dire d'en spécifier la nature et de là les contraintes qu'ils génèrent pour y rapporter le cas échéant les règles de combinatoire de ces espaces entre eux (ainsi des « doubles transferts », qui associent l'espace corporel d'un TP à l'espace « cartographique » d'un TS ; des enchâssements énonciatifs (discours rapportés) où TTF comme signes standards peuvent venir s'imbriquer dans l'espace d'un TP, ...), d'identifier les éventuels marqueurs d'entrée dans ces espaces ou les opérateurs en jeu dans leur construction (regard, pointage, placement d'un signe, (dé)placement du corps...) et les paramètres formels utilisables ou non dans ces espaces ou ces combinatoires d'espaces (signes standards, proformes, pointages...). Pour la formalisation graphique, une telle typologie rendrait par exemple possible le recours à un équivalent des déterminatifs (sémantiques ou formels) utilisés dans la plupart des écritures historiques à tendance logographique mais spécifiant en l'occurrence la nature de l'espace-structure impliqué et permettant notamment d'impliciter tout ou partie de ses caractéristiques et conséquences formelles (marqueurs d'entrée ou opérateurs, direction du regard, caractère continu du mouvement...).

À associer à la précédente, une autre problématique importante pour la formalisation graphique est celle de la part de présémantisation de ces espaces actualisés dans le discours. Au même titre que pour les autres paramètres constitutifs (voir *infra*), la question est d'abord celle d'une éventuelle valeur morphémique des emplacements constitutifs des signes standards c'est-à-dire au fond d'une présegmentation sémantique de l'espace dit neutre et de la surface corporelle²⁵. Au-delà, la question concerne la présémantisation des zones de l'espace présidant au choix de l'emplacement des loci et/ou au (dé)placement des signes standards. Sont ici impliqués les espaces de type diagrammatique mentionnés plus haut, élaborés dans les structures standards pour la construction de références actanciennes, temporelles ou spatiales. Ceci a fait l'objet d'un nombre important d'études pour différentes LS²⁶. Certains aspects sont maintenant très connus, comme la présémantisation de deux axes, sagittal et transversal, pour la construction des références temporelles, selon que celles-ci s'ancrent dans le plan de l'énonciation ou dans celui de l'énoncé, ou encore la préassignation aux personnes grammaticales de telle zone spatiale (je, tu, non-personne). Concernant la LSF, (Millet, 1997 : 24-28) a amorcé l'identification de cinq zones présémantisées, chacune d'elles semblant réservée à l'instanciation de tel(s) rôle(s) actanciel(s) pour telle personne

²⁴ Liddell analyse l'espace ainsi généré comme un « grounded blended space » (« surrogate space »), qu'il distingue des « non grounded blended space » que sont, selon lui, les loci (« token »). Voir Liddell (2003).

²⁵ Voir Cuxac (2000 : 148).

²⁶ Voir Emmorey (2002) pour une revue.

grammaticale. Plus largement, Engberg-Perdersen (1993 : 69-79) montre pour la LS danoise²⁷ que le choix des loci serait le plus souvent motivé, régi par un ensemble de conventions inventoriées (ainsi, entre autres, de celles respectant la structuration spatiale métaphorique dégagée par Lakoff et Johnson, 1985, qui fait par exemple placer plus haut un actant en position d'autorité). Identifier ce type de présémantisation permettrait, ici encore, d'en donner une traduction morphémographique.

La deuxième grande voie d'investigation concerne la structuration du bas niveau. Pour la formalisation graphique, il s'agit de rien moins que de déterminer les fondements de la segmentation c'est-à-dire les principes justifiant le choix des plus petites unités graphiques. Dans leur très grande majorité, les descriptions des LS proposent une modélisation de type phonologique de ce bas niveau, que la référence soit celle de la phonologie fonctionnaliste classique ou de l'une ou l'autre des nouvelles phonologies. Concernant les notations des LS existantes, la segmentation qui les fonde est, pour l'essentiel, on l'a rappelé plus haut, issue de l'analyse stokienne des signes lexicaux décontextualisés selon des paramètres purement formels visant à rendre compte de leur forme signifiante visuelle (configuration, orientation, emplacement et mouvement). Par-delà l'inefficacité pratique (lourdeur et illisibilité) dont témoignent les systèmes de notation existants, les motifs théoriques de mise en cause de ces principes paramétriques sont pourtant multiples. L'un d'eux, noté depuis longtemps, est la difficulté qu'il y a à assimiler à des phonèmes les éléments paramétriques qui sont, pour une proportion significative d'entre eux, porteurs de sens. Une autre difficulté tient au fait que ces éléments paramétriques ont été extraits à partir des seuls signes lexicaux (signes conventionnels en forme de citation) et non à partir d'unités discursives incluant notamment des productions n'utilisant que peu ou pas ces signes conventionnels. Dans la perspective d'une description de la LSF qui intègre ce type de productions (décrites dans le modèle de Cuxac comme « structures de grande iconicité ») et les place au cœur du modèle, un autre grand type d'unités minimales est à prendre en compte : les unités de transfert dont une partie des éléments constitutifs sont non discrets. Même à s'en tenir au seul cadre des signes conventionnels toutefois, une autre problématique encore est celle de la validation formelle des paramètres retenus, c'est-à-dire la question de leur mutuelle indépendance structurale.

Concernant les deux premiers points, l'hypothèse actuellement défendue par Cuxac (2000 et 2004) d'une structuration du bas niveau qui serait non phonémique mais, d'emblée, morphémique, les éléments minimaux s'apparentant à des morphèmes liés, ouvre une voie alternative importante pour la modélisation des LS comme pour la formalisation graphique. Cette hypothèse, qui, il faut le souligner, préserve ainsi le découpage paramétrique stokien, est avant tout celle d'une compositionnalité morphémique des signes standards, analysés comme des unités minimales de réalisation comparables à des molécules agrégeant des atomes de sens, éléments partiellement commutables mais non autonomes. Ce modèle, qui doit être de ce fait vérifié systématiquement sur l'ensemble du lexique, présente pour nous un double intérêt. Pour une partie au moins (nombre des configurations notamment), ces éléments morphémiques semblent communs aux signes standards et aux structures de grande iconicité : dégager ce qui serait alors des constants forme-sens mettrait sur la voie de graphèmes communs en transversal des deux types de structures, structures de transfert et structures standards. Plus largement, une analyse morphémique met sur la voie d'une notation au moins partiellement morphémographique et motive le recours à certains des procédés combinatoires exploités par les écritures historiques de ce type : association à ces morphégrammes de déterminatifs « phonétiques » (idéo-phonogrammes) ou sémantiques (combinaisons de morphégrammes à la façon des syllogigrammes chinois).

²⁷ Tous éléments que Emmorey (2002 : 106) présente comme également avérés pour l'ASL

On peut, au-delà, émettre l'hypothèse que les limites des systèmes graphiques existants proviennent, au moins en partie, des principes théoriques issus d'une approche visuelle et au fondement de tous ces systèmes qui légitiment la segmentation en « signes » et, en deçà, en « paramètres ».

Ouverture d'une alternative théorique pour le bas niveau

Une partie importante du projet propose en effet une réflexion et une étude sur le lexique standard de la LSF ayant précisément comme point d'entrée une approche non paramétrique de la langue des signes.

Depuis Stokoe (1960), le caractère multidimensionnel de cette langue, fondé sur des éléments nécessaires, indépendants et significatifs se composant simultanément, n'a pas été mis en cause. En dehors des raisons historiques qui ont intégré les Langues des Signes dans le paradigme dominant et sélectif de ce qui constituait une langue dans ces années (Garcia, 2000, vol. I : 59-86), l'absence de considérations physiologiques a empêché durablement qu'une interrogation sur l'aspect continu d'un geste et donc sur la difficulté à séparer la configuration de l'orientation, le mouvement de l'emplacement initial ou final d'un signe, ne vienne déranger le bel ordonnancement des paramètres. Ne semble-t-il pas en effet cohérent de voir la segmentation configuration-orientation pour la main et les doigts pris ensemble, l'emplacement comme référentiel spatial et la catégorie du mouvement pour la dynamique ? N'est-ce pas répondre de manière économique au fait que cette langue, iconique-visuelle, anamorphose faiblement la réalité et, partant, doit répondre à une anamorphose encore plus faible entre l'encodage et le décodage, les deux s'effectuant selon la même modalité visuelle ? Il y a là comme un principe d'immutabilité qui ne semble cependant pas proprement linguistique parce qu'extérieur à la langue.

L'aspect très certainement iconique de la LSF, pour ne prendre que l'une des langues des signes, doit peut-être être remis en perspective. L'iconicité tient au fait que deux systèmes – la réalité et la représentation de celle-ci – relèvent de formes qui, prises chacune dans leur système, présentent entre elles un rapport d'homéomorphie et non, comme le laisse penser le vocabulaire en usage (similitude), un rapport homothétique²⁸. L'homéomorphie est définie comme une application particulière (bijection²⁹) entre deux ensembles (la réalité perçue et la représentation gestuelle de celle-ci) : deux espaces tels que pour deux éléments considérés comme voisins dans un des espaces topologiques (celui de la réalité perçue) on a une correspondance sur deux éléments également (des signes) selon un autre voisinage (éventuellement pour une autre topologie) dans l'ensemble définissant l'espace de la représentation gestuelle. L'iconicité qui émerge est dès lors un rapport entre les deux voisinages. Il s'agit alors d'une véritable construction selon un ou plusieurs canons (selon le type d'iconicité).

La saisie courante de l'iconicité dans une langue des signes s'offre souvent à la vue par une reprise de saillances objectales ; quoique ce soit trompeur, il semble presque naturel de voir entre les référents et leur représentation gestuelle une continuité de moyens matériels (les objets et le corps) inscrits dans un seul espace. Dès lors, l'appréhension du lien iconique s'effectue dans un espace tridimensionnel et tisse entre un objet et le signe correspondant une relation bi-univoque de projection selon une anamorphose (voir la note 28 : M constitue un objet, M' son signe, K le facteur anamorphique et O la saisie perceptivo- pratique constitutive

²⁸ Transformation géométrique qui, étant donné un point fixe O et un nombre K, fait correspondre à tout point M de l'espace un point M' dans le même espace.

²⁹ Application d'un ensemble dans un autre, telle qu'il n'existe pas deux éléments ayant même image et qu'il n'existe pas d'élément sans image.

de la langue des signes). Supposer homothétique le rapport qui fonde l'iconicité c'est faire fi de la matérialité (des référents comme du corps) et particulièrement de leurs structures ; en somme de leurs topologies. L'espace dans lequel est réalisée la représentation de la réalité ne correspond pas à celui de la réalité (deux ensembles selon l'homéomorphie)

C'est à cause de l'absence de prise en considération de ce que sont le corps et les espaces (ensembles variables de dimensions à l'œuvre dans un signe par exemple) dans lesquels se meuvent ses segments (bras, avant-bras, mains et doigts pour l'essentiel) que l'iconicité peut n'être vue que comme une relation à peine médiatisée par les contraintes articulaires (Cuxac 2000 : 152-155) entre la réalité perçue et une représentation de celle-ci. Rappelons que l'iconicité implique une double mise en relation faisant correspondre à deux éléments, voisins d'un ensemble, deux éléments également voisins d'un autre ; les ensembles sont naturellement ici la réalité perçue d'une part et la production signée de l'autre. Le voisinage implique donc théoriquement de ne pas traverser allègrement la rue pour aller chercher des similitudes en face, à moins que le fossé apparent entre le monde physique et le monde symbolique ne soit rempli de passerelles mais, du moins, celles-ci peuvent-elles ne pas être iconiques. Si elles constituent certes le passage par où transite la possibilité d'une analyse de l'iconicité, elles sont, au demeurant, productives de formes. L'iconicité ne qualifie pas une manière de faire sens, elle ne va pas avec une relation, elle l'établit, comme le dit Umberto Eco (1988 : 183).

Les passerelles de production quant à elles ne vont pas uniquement dans le sens attendu d'une re-présentation du physique par le symbole³⁰. Le lieu d'expression d'une langue signée est aussi au centre de la praxis, c'est-à-dire qu'il est ce lieu par où sont utilisés des objets, parfois manufacturés d'ailleurs. La praxis peut donc constituer un lieu de production en quelque sorte double puisque le marteau, par exemple, dépose d'un côté un signe et de l'autre une action qui lui est associée par laquelle on a reproduit, sans doute, dans une matière (ou plusieurs) et à travers une forme, sa fonction de percussion lancée – pour Leroi-Gourhan (1971 : 48), cette fonction émerge du poing. Une partie de la forme du marteau est d'ailleurs en rapport direct avec la préhension que cela nécessite, avec le mouvement que cela implique. En somme, la praxis intervient jusque dans la forme de certains objets. Ainsi, ce qui se donne comme un monde physique découplé et indépendant des contingences de sa représentation gestuelle est-il en fait lié à elle par la praxis et/ou la manufacture. Ici les formes d'utilisation et de représentation (même geste) sont dans un rapport génétique de coproduction ; voire, plus encore, la forme générale de l'objet, le manche et la masse du percuteur entretiennent une relation d'analogie entre, d'une part, la longueur et l'épaisseur du manche et l'amplitude du mouvement de l'avant-bras et éventuellement du bras et, d'autre part, de manière liée, la densité et/ou la masse du percuteur et la tension accumulée dans le poing (tant pour la saisie d'ailleurs que pour la représentation). À suivre le principe d'externalisation des facultés humaines de Leroi-Gourhan (1965 : 35-60), ce genre d'objet est donc aussi dans un rapport de type iconique avec le poing et l'avant-bras comme précédant l'invention de l'objet marteau. Ce dernier constat n'entrave pas l'iconicité entre, d'un côté, le signe du marteau et ceux représentant des outils du même type (projection objectale de fonctions réalisables par le membre supérieur nonobstant leur manipulation) et, de l'autre, la manipulation réelle du marteau par rapport à l'utilisation gestuelle des outils ou objets issus du même schéma d'externalisation – répondant ainsi au double voisinage de l'homéomorphisme. La difficulté réside désormais dans le fait que ceci fournit une motivation supplémentaire, en quelque sorte interne, reliant chaque élément du signe (configuration, orientation, emplacement, mouvement) dans un rapport de nécessité au référent, dont on a vu que la forme générale et

³⁰ Sur ce point voir Cadiot et Lebas (2003 : 4) : « *Le langage [...] est une activité de constitution plutôt que de représentation, et les rapports entre sens et référent sont de l'ordre de l'extension plutôt que de la correspondance.* ».

ses variations sont très largement issues d'une gestualité instrumentale (avant l'invention de ces outils). La circularité guette et l'on mesure peut-être l'intérêt de réserver un ordre particulier à ce type d'iconicité qu'on pourrait appeler corporel, marquant ainsi l'homogénéité et le substrat reliant une praxis pré-objectale faite pour l'essentiel de l'utilisation de la main comme outil, son dépôt dans une forme façonnée et sa réification (pour des exemples, voir sur ce point Boutet, 2005).

L'importance de cette catégorie apparaît, par exemple, pour l'analyse du signe [SCIE] pour lequel une partie de la configuration échappe à l'iconicité corporelle : l'auriculaire tendu vu par Christian Cuxac (2000 : 128) comme « ...*configuration [...] utilisée pour représenter des formes dont une partie présente une saillance...* », correspondant très vraisemblablement à la lame de la scie. Le reste, c'est-à-dire les doigts repliés, le mouvement de piston du complexe bras/avant-bras, la tenue simulée par la main dominée d'un objet « *de forme tridimensionnelle, considérée dans son épaisseur volumique* » (*op. cit.* : 105) participe de l'usage lié à la fonction répondant sans doute à la projection, déjà vue, sur un objet. Ainsi une même configuration voit-elle des types d'iconicité différents s'agréger et fonctionner ensemble. L'analyse doit en prendre acte, l'unité apparente de la configuration se faisant alors malgré l'hétérogénéité des voisinages tels que définis plus haut. Si le paradigme configurationnel met en présence des éléments analysables selon des voisinages iconiques différents (corporel et visuel), il faut considérer qu'il s'agit d'une composition morphologique interne à une configuration. Dès lors le statut de ce paramètre vacille. On ne peut plus considérer que la configuration est systématiquement un élément nécessaire, indépendant (paramètre) et significatif en LSF. On doit regarder celle-ci comme le dépositaire d'ordres variés au regard de la seule analyse iconique. Ceci, en outre, ne constitue pas le seul élément d'hétérogénéité pour ce « paramètre ».

La formation du geste, en effet, débarrassé de toute iconicité, répond à une continuité, celle du déploiement du mouvement dont on doit fixer les limites, les champs d'application selon les segments d'où ce mouvement part, les blocages que cela entraîne, les réajustements auxquels il donne lieu. En un mot, il faut envisager les gestes par le substrat qui se meut, c'est-à-dire le squelette du membre supérieur articulé en divers points (articulations envisagées selon les degrés de liberté) qui jouent sur eux-mêmes par une dynamique. Ce n'est qu'à cette condition que l'on pourra commencer à répondre sur la part iconique des signes : en déterminant non seulement de quel ordre est cette iconicité mais aussi selon quel ajustement entre les gestes (les règles morphologiques de la compositionnalité). Déterminer le système des signifiants permet d'établir la structure du substrat par lequel une langue s'exprime, on met à plat ce qui sert de support au système de signes, on étale les voisinages morphologiques, on montre le devenir anamorphique réglant le déploiement de toutes les formes gestuelles ; partant, on met en correspondance des unités formelles, c'est-à-dire des mouvements qui se propagent et se cristallisent parfois par des emplacements, des orientations ou des configurations, pour reprendre la terminologie en vigueur. Déterminer ce système permet, au demeurant, de clarifier les voisinages de signifiants et tous leurs avatars ; en somme de fournir les moyens d'appréhender l'iconicité par le seul côté qui présente une globalité atteignable, celui du support des signifiants, devant l'autre, celui du monde physique des formes réelles et son éparpillement, son anomie.

Quel que soit le choix du système de notation de la LSF, connaître ce qui relève de l'enchaînement contraint des mouvements dû au substrat gestuel (physiologie) permet d'en déduire ce qui constitue un véritable choix paradigmatique. De la sorte, on peut cerner l'information pertinente à traiter par la notation et, en particulier, on peut écrêter un nombre assez considérable de données dans le cas d'un système graphique notant les signifiants. En outre, cette démarche permet de clarifier les rapports entre la multidimensionnalité patente des langues de signes et leur lecture paramétrique, rapports gouvernés par une implication du

second vers le premier mais dont on doit noter le caractère non réciproque : ce qui est multidimensionnel n'est pas nécessairement paramétrique.

L'analyse faite pour la gestualité co-verbale dans un travail précédent (Boutet, 2001) montre que, pour rendre compte de l'anamorphose que fait subir le membre supérieur à n'importe quelle forme gestuelle, il faut mettre au jour toutes les continuités inertielles du mouvement et déterminer les chemins qu'impose la physiologie articulaire. Mais il faut également saisir et modéliser la dynamique des transformations du substrat au cours des gestes car les articulations ouvrent des voies au mouvement en changeant parfois les co-articulations et donc les espaces empruntés. Cette analyse menée sur le bras, l'avant-bras, la main et les doigts à l'exception du pouce³¹ servira de base et de modèle pour éclairer l'approche non paramétrique pour le lexique de signes standards de la LSF.

En quelques points et de manière non exhaustive, on dira que la quadridimensionnalité (l'espace et le temps), ne répond pas au support réel de toutes les composantes gestuelles. Si les gestes (et non les signes) apparaissent dans l'étendue (R^4), cette dernière ne représente rien d'autre que la condition même à l'existence de ces signes ; nous sommes loin des idéalités mathématiques et vouloir s'approcher d'une schématisation suppose au préalable une compréhension de la matérialité du phénomène étudié et nécessite, en outre, de connaître jusqu'aux implications éventuelles que le corps comme substrat fait peser sur une langue signée, sur son organisation sémantique.

L'espace de la gestualité se compose d'autant de dimensions qu'il y a de degrés de liberté autour desquels s'articulent les mouvements de segments rigides et indéformables. On en dénombre vingt-huit de l'épaule aux doigts ; le mouvement n'en accroît pas le nombre mais certains gestes peuvent les réduire par des abouchements relevant de considérations géométriques entre les axes de rotation de ces degrés de liberté ou par des abouchements dynamiques, entre dimensions cette fois, en les fusionnant en espaces singuliers et transitoires. Ces abouchements, qu'ils soient axiaux ou dynamiques, peuvent être trans-segmentaux : un mouvement du bras (adduction/abduction) entraîne des répercussions sur des degrés de liberté de l'avant-bras (rotation intérieure/extérieure) et de la main (pronation/supination) toutes involontaires. De même, un geste de l'avant-bras (flexion ou extension et rotation intérieure ou extérieure effectués simultanément) entraîne un mouvement involontaire de pronation ou de supination selon les cas et ce de manière croissante à mesure qu'augmente l'amplitude des mouvements volontaires et/ou que l'on se rapproche de la zone de blocage articulaire. On arrive parfois au quasi paradoxe que le geste volontaire est bloqué (emplacement) parce qu'une dimension, répercussion involontaire, est à son maximum d'amplitude (orientation pour la main) à moins qu'un mouvement compensatoire et donc inverse de ce degré de liberté ne vienne libérer un peu d'espace (autre emplacement) pour le déploiement du geste initialement programmé : un geste, certes, mais de quelle forme finalement ? On voit ici que les anamorphoses ne concernent pas seulement la propagation du mouvement vers d'autres segments par simple différence d'inertie entre eux mais relèvent également de phénomènes structuralo-dynamiques.

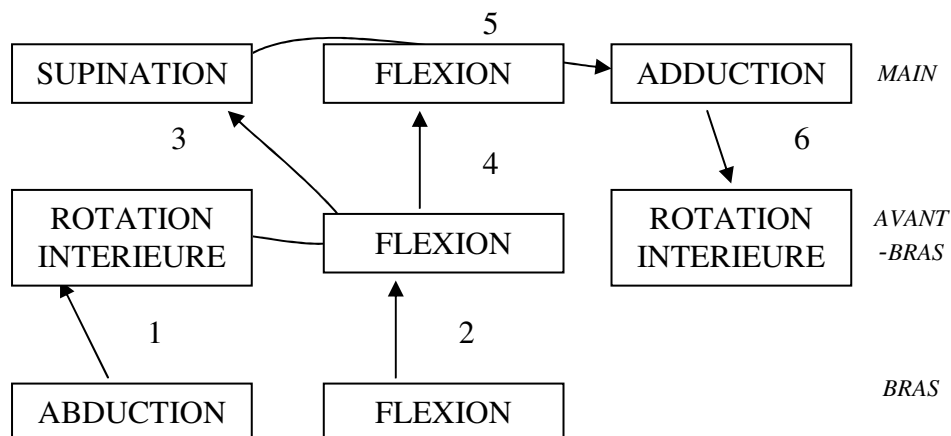
Malgré toutes ces contraintes structuralo-dynamiques provoquant des mouvements induits, involontaires, il reste au mouvement une part volontaire s'exerçant sur tel ou tel degré de liberté. Pour la gestuelle symbolique, tous les schémas d'action volontaires (en dehors du pouce) ont été listés ainsi que leurs répercussions sur les segments. Cette liste finie de schémas d'action servira de crible à l'ensemble des signes standards. Naturellement, la pertinence de ce tamisage sera mesurée.

³¹ Le pouce présente cinq degrés de liberté alors que la main n'en possède que trois. Ceci donne une idée des possibilités de combinaisons et de compositions qu'il reste à mettre au jour.

Le déploiement de formes le long de segments n'ayant pas le même nombre de degrés de liberté ni la même organisation spatiale, celui-ci rencontre deux forces qui peuvent, le cas échéant, s'opposer :

- une force inertielle pour laquelle le bras prend le dessus sur l'avant-bras, celui-ci sur la main et celle-ci sur les doigts (flux proximal-distal) ; cet ordre dépendant de la masse de chacun de ces segments, un mouvement pour remonter le long de cet ensemble doit développer une intensité et une direction au moins égales et opposées (flux distal-proximal),
- à moins que la structure physiologique articulaire amenant certains mouvements à se propager selon une direction réglée par les tensions ou les blocages accumulés sur une ou plusieurs dimensions ne le fasse remonter éventuellement vers le bras ; il s'agit alors de cette seconde force. Celle-ci reprend la structure articulaire du membre supérieur, y compris les composantes structuralo-dynamiques vues plus haut.

Ces forces à l'œuvre pour tous les gestes créent des zones d'identités formelles rassemblant un geste et ses divers déploiements sous une même bannière. L'ensemble des schémas morpho-dynamiques régissant les mouvements possibles du membre supérieur à l'exception du pouce a été inventorié. Ces schémas répondent à une auto-segmentation créant ainsi des discontinuités. En outre, chaque schéma se génère dans un centre d'organisation segmental qui diffuse son identité formelle sur les segments contigus. Ces centres poussent leur zone d'influence différemment suivant le type de segment porteur de l'organisation. S'il s'agit des doigts, le peu d'inertie ne fera pas remonter l'unité gestuelle très loin le long de l'avant-bras et *a fortiori* du bras : on ne pourra plus relier les anamorphoses que subit le geste considéré au niveau du bras avec l'unité gestuelle de centre organisationnel digital. Dès lors, cette projection sur le bras ne sera pas rapportable à l'unité gestuelle se générant sur les doigts. À l'inverse, un geste dont le centre d'organisation est brachial (bras, voir schéma ci-dessous) voit son unité formelle (abduction et flexion du bras, mouvements volontaires) projetée sur l'avant-bras (rotation intérieure et flexion de l'avant-bras involontaires) puis sur la main (supination et flexion entraînant un mouvement d'adduction manuel, le tout étant induit) pour remonter selon un flux inverse sur l'avant-bras (rotation intérieure). On voit donc une asymétrie entre ces centres organisationnels dont les gestes développent des zones d'influence très variables de leur unité/identité formelle ; ce faisant, ils capturent parfois des zones (emplacement, orientation ou configuration) et souvent des formes gestuelles diverses (mouvements) que des subsidiarités segmentales permettent de voir tantôt ici et tantôt là.



Représentation du flux proxi-distal d'un geste figurant l'ordre de transmission du mouvement et les segments

Des unités gestuelles issues de centres d'organisation distincts peuvent se composer tant du point de vue morphologique que sémantique selon des règles de proximité articulaires : il apparaît, pour la gestuelle co-verbale, qu'il faut au moins une articulation entre deux centres d'organisation pour pouvoir parler de composition morphémique. Ceci reste à vérifier pour la LSF et à étendre au pouce. En deçà de cette distance, c'est-à-dire lorsque l'on a une composition de deux gestes de centres adjacents, le sens de l'un modalise le sens de l'autre et on est alors de plain pied dans ce que Christian Cuxac (*op. cit.* : 28) appelle le *dire en montrant*. À côté de ces signes répondant à une détermination physiologique, existent d'autres signes gestuels dont la structuration dépend essentiellement de la cible à atteindre, spécifiquement lors de contact avec une partie du corps. Le chemin pour arriver au lieu de contact a, dès lors, moins d'importance, à l'instar de ce que l'on peut voir fréquemment en langue des signes. Il en va différemment des gestes dont le contact précède le mouvement : ils répondent, *a priori*, à une structuration de type physiologique, parce que livrés aux seules déterminations du substrat.

Cet arsenal de faits avérés pour la gestuelle co-verbale demande à être testé pour la LSF dans un premier temps. Pour cela, le recours au lexique standard actualisé par un informateur sourd locuteur de la LSF permet de constituer un corpus dont une prise de données (à l'aide d'un Système de Gestion de Bases de Données) à entrées physiologiques fournira le socle d'analyses structuralo-dynamiques effectuées pour la gestuelle. Un type d'entrées paramétriques complété d'ailleurs par des précisions internes à chaque configuration permettra, entre autres, de tester l'hypothèse d'une organisation non paramétrique au profit d'une structuration en centres d'organisation. La méthode est double : une démarche quantitative, seule à même de montrer le caractère fortement dépendant de la configuration, de l'orientation, de l'emplacement et du mouvement, constitue un préalable à une étude plus qualitative, visant, elle, à faire ressortir la structure des centres d'organisation, leurs compositionnalités, les anamorphoses que subissent les unités gestuelles et enfin les fondements autant que les conditions d'une lecture iconique à l'aune des contraintes articulaires.

Les résultats de ce travail doivent apporter des linéaments d'une notation de la LSF, en particulier dans une approche physiologique des mouvements, c'est-à-dire de la seule face signifiante débarrassée de considérations paramétriques quoique non exemptes de multidimensionnalité. À l'instar de ce qu'il en est pour les écritures idéographiques, il semble possible de proposer un système de notation linéaire agrégeant des unités compositionnelles. Il faut pour cela forger les règles d'une *perspectiva artificialis* – à l'image de ce qu'a fait Alberti en 1435 en proposant la *costruzione legittima*, soit les règles de la perspective – pour toute gestualité symbolique : dépasser la seule modalité de saisie visuelle, afin de rendre compte à la fois de la structuration qu'opère le substrat et des différences phonologiques existant entre les langues des signes.

Conclusion

La nécessité de formaliser une écriture de la langue des signes française confirmée au cours d'une enquête de terrain, particulièrement auprès d'acteurs éducatifs sourds, correspond à une demande forte et répond à des fonctionnalités diverses. La prise en compte des seuls signifiants ou des seuls signifiés ne saurait épuiser les attentes et les besoins d'une écriture de cette langue. On s'oriente *a priori* vers une forme mixte et peut-être plurielle rendant compte, en outre, à la fois des unités isolées (signes, morphèmes) et – originalité – des structures de grande iconicité et des structures discursives, toutes spécifiques des langues gestuelles. À ce titre, la diversité tant des types d'espaces en jeu dans le discours que de leurs modes

d'utilisation amène à considérer des systèmes de représentation à valeurs multiples. La prise en compte des structures de bas niveau, phonologique ou morphémique, dans une approche paramétrique ou non selon les cas, permet de dépasser le niveau de structuration du signe au profit d'unités de sens composites selon des régularités qu'il reste à déterminer.

L'élaboration d'une formalisation graphique interroge les modèles d'analyse d'une langue et touche si étroitement son mode de transmission et ses conditions d'évolution que ses locuteurs ne peuvent qu'y être associés.

Bibliographie

- AUROUX, S., 1994, *La révolution technologique de la grammatisation*, Mardaga, Liège.
- BEBIAN A., 1825, *Mimographie, ou essai d'écriture mimique, propre à régulariser le langage des sourds-muets*, L. Colas, in-8°, Paris
- BLANCHE-BENVENISTE C., 1997, « The unit in written and oral language », dans Pontecirvo C., (éd.), *Writing Development. An interdisciplinary view.*, John Benjamins Publishing Company, Amsterdam / Philadelphia, pp. 21-45.
- BLANCHE-BENVÉNISTE C., 2000, *Approches de la langue parlée en français*, Ophrys, coll. L'essentiel français, Paris.
- BOUTET D., 2001, *Approche morphogénétique de la gestuelle conversationnelle*, Thèse de doctorat, Université Paris 8.
- BOUTET D., 2005, « Pour une iconicité corporelle », dans Actes du colloque TALN RECITAL de Dourdan, pp. 345-348.
- BOUTET D, GARCIA B., 2003, « Vers une formalisation graphique de la Langue des Signes Française (LSF) », dans *Langue des Signes Française (LSF) : enjeux culturels et pédagogiques*, La nouvelle revue de l' AIS, CNEFEI, n° 23, pp. 49-62.
- BOUVET D., 1996, *Approche polyphonique d'un récit produit en langue des signes française*, Presses Universitaires de Lyon.
- CADIOT P., LEBAS F., 2003, « La constitution extrinsèque du référent : présentation », dans *La constitution extrinsèque du référent*, Langages, n°150, Larousse, pp. 4-8.
- CAO X H., 1985, *Phonologie et Linéarité. Réflexions critiques sur les postulats de la phonologie contemporaine*, SELAF, Paris.
- CUXAC C., 1996, *Fonctions et structures de l'iconicité dans les langues des signes*, Thèse de Doctorat d'Etat, Université Paris 5.
- CUXAC C., 2000, *La Langue des Signes Française(LSF). Les voies de l'iconicité*, Ophrys, Faits de Langues, Paris.
- CUXAC C., 2004, « Phonétique » de la LSF : une formulation problématique », dans *Linguistique de la LSF : recherches actuelles, Silexicales 4*, A.M. Berthonneau et G. Dal (dirs.), Université de Lille 3, pp. 93-113.
- DALLE P., 2003, « La place de la langue des signes dans le milieu institutionnel de l'éducation : enjeux, blocages et évolution », dans *Langue Française* n°137, C. Cuxac, Larousse, Paris, pp. 32-59.
- ECO U., 1988, *Le signe*, Editions Labor, Bruxelles.
- EMMOREY K., 2002, *Language, Cognition, and the Brain*, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, Mahwah, New Jersey.
- ENGBERG-PEDERSEN E., 1993, *Space in Danish Sign Language, International Studies on Sign Language Research and Communication of the Deaf*, vol. 19, Signum-Verlag, Hambourg.
- GARCIA B., 1997, « Enjeux d'une écriture des langues des signes : un dialogue intersémiotique » dans *Langues gestuelles : quels enjeux pour les sourds ?*, Lidil n°15,

- Revue de linguistique et de didactique des langues, Université Stendhal de Grenoble, pp. 31-51.
- GARCIA B., 2000, *Contribution à l'histoire des débuts de la recherche linguistique sur la Langue des Signes Française (LSF) ; les travaux de Paul Jouison*, Thèse de doctorat, Université Paris 5.
- GARCIA B., 2004, « Une dimension de trop pour l'écriture ? Questions posées au support par la formalisation graphique de langues visuo-gestuelles », dans *L'écriture entre support et surface : pour un dépassement de la problématique traditionnelle des écritures*, Actes du colloque de Limoges (20-21 novembre 2003), Arabyan M. et Klock-Fontanille I (éds), L'Harmattan, coll. « Sémantiques », Paris, pp.167-180.
- GARCIA B, FRUMHOLTZ M et DUHAYER V., à paraître, « Acquisition du langage chez l'enfant sourd : quelle oralité pour quel accès à l'écrit ? » dans *Acquisitions du langage : quelles applications / implications sur le terrain ?*, Actes du colloque de Nancy (17-18 septembre 2004), organisé par l'équipe « Interface Grammaire, Sémantique et Discours », ATILF, Université Nancy 2.
- GARCIA, B., à paraître en mars 2006, « Welche Schriftformen für die LSF ? », in *Das Zeichen*, n° 72, Université de Hambourg.
- HABERT B, NAZARENJO A SALEM A., 1997, *Les linguistiques de corpus*, Armand Colin Paris.
- JOHNSTON T., 1991, « Transcription and glossing of sign language texts : examples from Auslan (Australian Sign Language) », in *International Journal of Sign Linguistics*, Vol. 2, n° 1.
- JOUISSON P., 1995, *Ecrits sur la Langue des signes française (LSF)*, édition critique établie par. Garcia B, , L'Harmattan, coll. « Sémantiques », Paris.
- LAKOFF G, JOHNSON M., 1985, *Les métaphores dans la vie quotidienne*, les Editions de Minuit, Paris.
- LEROI-GOURHAN A., 1965, *Le Geste et la Parole*, II, *La mémoire et les rythmes*, Albin Michel, Paris.
- LEROI-GOURHAN A., 1971, *L'Homme et la Matière*, Albin Michel, Paris.
- LIDDELL S. K., 2003, *Grammar, Gesture, and Meaning in American Sign Language*, Cambridge University Press.
- MILLER C., 1994, « A note on notation », in *Sign Post*, vol. 7, n°3, University of Durham.
- MILLER C., 2001, « Some reflections on the need for a common sign notation », in Wilbur R. (éd.), *Sign Language & Linguistics*, vol. 4 n° 1/2, John Benjamins Publishing Company, Amsterdam / Philadelphia, pp. 11-28.
- MILLET A., 1997, « Réflexions sur le statut du mouvement dans les Langues Gestuelles. Aspects lexicaux et syntaxiques », dans « *Langues gestuelles : quels enjeux pour les sourds ?* », Lidil n°15, coordonné par A. Millet, Revue de linguistique et de didactique des langues, Université Stendhal de Grenoble, pp. 11-30.
- PIZZUTO E., PIETRANDREA P., 2001, « The notation of signed texts. Open questions and indications for further research », dans Wilbur R. (éd.), *Sign Language & Linguistics*, John Benjamins Publishing Company, Amsterdam / Philadelphia, vol. 4 n° 1/2, pp. 29-45.
- RISLER A., 2002, « Point de vue cognitiviste sur les espaces créés en LSF : espace lexical, espace syntaxique », dans *Gestualité et syntaxe*, Lidil n° 26, coordonné par Millet A. et Coletta J.-M, Revue de linguistique et de didactique des langues, Université Stendhal de Grenoble, pp. 45-61.
- ROCH G., 2004, *Formes graphiques de la Langue des Signes Française. Problèmes fonctionnels et structuraux.*, Mémoire de maîtrise de sciences du langage, Université Paris 8.

- SLOBIN D *et al.*, 2001, « Sign Language transcription at the level of meaning components. The Berkeley Transcription System (BTS) », in Wilbur R. (éd.), *Sign Language & Linguistics*, John Benjamins Publishing Company, Amsterdam / Philadelphia, vol. 4 n° 1/2, pp. 63-104.
- STOKOE W. C., Armstrong D. F., Wilcox S. E., 1994, « Signs of the Origin of Syntax », dans *Current Anthropology*, vol. 35, n°4, pp. 34-76.
- STOKOE W. C., 1960, *Sign Language Structure, An Outline of the Visual Communication Systems of the American Deaf*, Studies in Linguistics, occasional paper n°8, Department of Anthropology and Linguistics, University of Buffalo.
- SUTTON V., 1974-2005, <http://www.signwriting.org>.

GLOTTOPOL

Revue de sociolinguistique en ligne

Comité de rédaction : Mehmet Akinci, Sophie Babault, André Batiana, Claude Caitucoli, Robert Fournier, François Gaudin, Normand Labrie, Philippe Lane, Foued Laroussi, Benoit Leblanc, Fabienne Leconte, Dalila Morsly, Clara Mortamet, Alioune Ndao, Gisèle Prignitz, Richard Sabria, Georges-Elia Sarfati, Bernard Zongo.

Conseiller scientifique : Jean-Baptiste Marcellesi.

Rédacteur en chef : Claude Caitucoli.

Comité scientifique : Claudine Bavoux, Michel Beniamino, Jacqueline Billiez, Philippe Blanchet, Pierre Bouchard, Ahmed Boukous, Louise Dabène, Pierre Dumont, Jean-Michel Eloy, Françoise Gadet, Marie-Christine Hazaël-Massieux, Monica Heller, Caroline Juilliard, Suzanne Lafage, Jean Le Du, Jacques Maurais, Marie-Louise Moreau, Robert Nicolai, Lambert Félix Prudent, Ambroise Queffelec, Didier de Robillard, Paul Siblot, Claude Truchot, Daniel Véronique.

Comité de lecture : constitué selon le thème du numéro sous la responsabilité de Claude Caitucoli.

Laboratoire CNRS Dyalang – Dynamiques sociolangagières – Université de Rouen

ISSN : 1769-7425

Danet, Claire, Courville de, Raphaël, C., Miletitch, Roman, Rébulard, Morgane, Boutet, Dominique, & Doan, Patrick. (2010). Un système analogique visuo-gestuel pour la graphie de la LS. In *Traitement Automatique des Langues des Signes* (p. 1-10). Montréal. Consulté à l'adresse http://www.irit.fr/tals10/articles/TALS10_Danet.pdf

Un système analogique visuo-gestuel pour la graphie de la LS

Claire Danet¹ Raphaël de Courville¹ Roman Miletitch² Morgane Rébulard¹
Dominique Boutet³ Patrick Doan¹

(1) ESAD, Amiens

(2) UPMC, Paris

(3) UMR 7023 SFL, Paris et Université EVE
gestuelscript@googlegroups.com

Résumé Ce travail constitue une contribution à l'émergence d'une écriture courante pour la Langue des Signes Française. Complémentaire des recherches déjà menées (le projet LSscript a fait la recension des travaux sur la recherche d'un formalisme graphique pour la LSF), notre projet s'inscrit dans un espace de réflexion pluridisciplinaire. Nous suivons un postulat selon lequel l'écriture et les LS partagent une même modalité visuo-gestuelle. Notre hypothèse : le signe gestuel contiendrait, dans sa réalisation, une trace graphique lisible. Nous proposons de capter des traces graphiques par une technique de photographie multi-angles, afin de constituer un corpus de signes rendant visible ce tracé dans les trois dimensions de l'espace. Cet article décrit nos principes et hypothèses, les techniques de constitution du corpus et notre protocole de validation des hypothèses.

Abstract This work constitutes a contribution to the emergence of a common writing for French Sign Language. Our approach, while in line with previously conducted research (the LSscript project made a review of past works in the field of research of a graphical formalism for LSF), brings the reflexion into a multidisciplinary context. Our assumption is that writing and sign language share a same visual-gestural modality. Our hypothesis is as follows : in its execution, the gestural sign contains a readable graphic trace. In order to question our assumption, we use multi-angle photography to constitute a corpus of signs in which all three dimensions of these traces are visible. This article describes the principles and hypothesis, the techniques for building the corpus, and the validation protocol of our hypothesis.

Mots-clés : Système graphique, visualisation du geste, iconicisation (transcription), Langue des Signes Française.

Keywords : Graphical system, gesture visualization, iconicization (transcription), French Sign Language.

1 Introduction

La langue des signes (LS), propre à la communauté sourde, est une langue analogique visuo-gestuelle et multilinéaire. En raison de cette complexité, aucun système d'écriture satisfaisant n'a jusqu'ici pu être élaboré alors même qu'une écriture offrirait les conditions d'un enrichissement culturel sans précédent à la population concernée. Un nombre assez limité d'études ont abordé cette question (pour une recension, voir le rapport final de LSscript, Sagawa et al, 1998) qui reste pourtant d'actualité (création d'un CAPES de LSF).

La plupart des systèmes graphiques existants ont été conçus et formalisés en tant qu'outils scientifiques. Parmi eux, Signwriting¹ est le seul à être devenu un système autonome d'écriture employé et enseigné au sein de la communauté sourde de différents pays. Cependant, il souffre de nombreuses lacunes (LSscript, p. 55 et suivantes) : problèmes de segmentation, problèmes de latéralisation, lourdeur quant au traitement cognitif, indifférenciation entre structures standards et structures de grande iconicité (productiv signs) et spécifiquement, capacité à représenter ces structures de grande iconicité (LSscript, p. 38) (Cuxac 2000, p. 27 et suivantes), absence de règles d'écriture et de lecture. Nous pensons qu'une critique graphique constructive doit venir questionner ses usages et ouvrir de nouvelles pistes de formalisation.

Les études portant sur Signwriting (Bianchini, 2010) révèlent entre autres qu'il fonctionne mieux pour la lecture que pour l'écriture. Ceci est en partie dû aux choix graphiques de l'équipe de développement : des formes issues d'un registre géométrique et diagrammatique strict ne renvoyant à aucune notion de tracé, propre à une réflexion axée sur l'écriture. Le principe graphique de SW repose sur un décalque du corps qui devient ainsi un cadre de description purement visuel du signe. Nous pensons que cette gestuelle contient également une forme graphique porteuse de sens et qu'elle est, dans une certaine mesure, un acte scriptural en soi.

Les structures de grande iconicité décrites par C. Cuxac nous amènent également à considérer l'espace de signation comme un espace d'inscription. Nous essayons de prendre en compte dans nos réflexions graphiques les transferts de forme et de taille (permettant le modelé de formes), les proformes, l'itinéraire, la distance, les locii, les placements et déplacements qui animent les mouvements des mains et les distinguent des signes standards. Il nous semble ainsi important de pouvoir distinguer graphiquement ces composantes.

2 Objectifs

Dans la perspective de mettre en place un système d'écriture de la LSF, ce projet a pour objectif de jeter des bases méthodologiques et formelles pour la représentation graphique du paramètre le moins décrit (Stokoe et al, 1965) des LS : le mouvement. Nous avons choisi ce dernier car il nous permet d'aborder la question de l'écriture des LS selon un principe analogique visuo-gestuel original. On reconnaît, d'une part, qu'à côté de la modalité visuelle, les signes en tant que gestes dans la LSF participent, au minimum, à la production du sens et peut-être à sa structuration et, d'autre part, que l'écriture est aussi un comportement gestuel. Les deux laissent des traces visuelles, fugaces d'un côté et pérennes de l'autre. Déposés dans l'écrit, ces tracés remplissent un objectif que tous les systèmes de notation ont adopté. Nous voulons, quant

¹ <http://www.signwriting.com>

TALS 2010, Montréal, 23 juillet 2010

à nous, observer les traces graphiques déployées par les signes dans la langue afin de les reproduire par des gestes d'écriture.

Cette ou ces analogies gestuelles devraient jouer un rôle de révélateur pour le signeur/scripteur, dans la mesure où celui-ci pourrait retrouver à chaque fois les rapports existants et formateurs entre sa langue et son écriture selon une boucle de type éactive (Varela, 1996).

Nous voulons ainsi expérimenter l'hypothèse d'une écriture analogique pour une langue iconique. Jusqu'alors, une rupture de modalité (voco-acoustique -orale- contre visuo-gestuelle -écrite-) dans les langues vocales annihile/arbitrarise les rapports formels et les analogies possibles entre oral et écrit. Par ailleurs, le rapport analogique entre référent et signe devrait pouvoir être exploité également de manière analogique dans l'écriture et selon une perspective artificialisée (Alberti, 1992) ; compte tenu de la réduction de dimensions qui s'opère lors de la projection de l'espace oral gestuel (trois dimensions plus le temps) vers l'espace du support écrit (deux dimensions).

Adoptant une approche recherche/action, nous mettons en place une collaboration étroite avec la communauté sourde et un partage des ressources avec la communauté scientifique. Au-delà du modèle à construire, des situations d'échanges devront voir le jour permettant d'aborder progressivement la question de l'écriture au sein de ces deux communautés par le biais, notamment, d'ateliers sur la graphie.

3 Dispositif photocaligraphique

Comment mettre en évidence de façon analogique les structures graphiques sous-jacentes dans la LS ?

Afin d'aborder l'enregistrement de traces du geste se prêtant à des traitements graphiques, voire graphématiques, nous procédons à la création d'une série de dispositifs permettant la visualisation des composantes gestuelles de la LSF selon une méthode graphique et photographique. Ainsi, nous constituons un corpus spécifique pour tenter de démontrer l'existence d'une structure graphique sous-jacente dans la LSF.

Ce projet a pour objectif de développer une démarche de recherche graphique rigoureuse et empirique. Prenant pour référence initiale la méthode chronophotographique d'E.J. Marey (Marey et Demeny, 1883), nous cherchons à capturer la genèse du signe graphique en commençant par rendre possible l'observation quasi directe de structures graphiques dans chaque signe. De la chronophotographie, nous conservons la démarche scientifique. Cependant, en supprimant les intervalles, notre procédé se rapproche, dans son rendu graphique, du photodynamisme d'A.G. Bragaglia. Il donne du mouvement une représentation instantanée non pas analytique, mais synthétique, fusion de la vitesse et de la trajectoire du corps (Lioret, 2004). En basculant ensuite dans un registre abstrait propre à l'écrit, les structures, d'abord figuratives, deviennent des inscriptions de type calligraphique dans un espace de composition détaché de l'oralité.

Nous souhaitons ainsi évaluer la lisibilité des formes générées et les capacités des locuteurs à interroger une représentation graphique de leur langue. L'enjeu est de pouvoir énoncer des critères qui serviront à développer un principe de représentation graphique pertinent du mouvement en fonction de ses paramètres.

3.1 Méthode

La photographie traditionnelle rend compte de la position du corps arrêté. La vidéo, quant à elle, anime une suite chronologique d'images permettant de voir le mouvement se réaliser progressivement. La visualisation que nous recherchons se trouve à mi-chemin entre ces deux manières de regarder. Elle est un instantané de la trace laissée par le geste, de sa marque dans le continuum du signe.

Cette manière de voir le signe a pour finalité une représentation de celui-ci en une seule image fixe. Le signe est alors lu en deux dimensions plutôt que quatre, le temps et la profondeur étant inclus dans les nuances de la trace laissée. Ces formes captées serviront de base de réflexion à une mise en œuvre graphique spécifique (production de signes). Cette démarche impose une neutralité dans le traitement de l'image : la photographie procure cette objectivité.

Nous pensons que cette traduction graphique est un exercice mental et visuel qui permet de retrouver le sens à partir, d'une part, de la perception et d'une reconstruction des projections graphiques propres à un signe gestuel et, d'autre part, d'une optimisation de la perception de cette projection graphique qui s'émancipe du cadre gestuel strict.

Ainsi, notre corpus pose la question de la lisibilité du signe graphique à travers deux paramètres distincts : la reconnaissance du signe et la clarté du tracé. La reconnaissance ("reconnaissabilité" serait plus exact) est définie ici par le potentiel de l'image à communiquer un sens (matching avec une image mentale du signe) tandis que la clarté du tracé représente la qualité graphique et la précision de la représentation du mouvement (discrimination graphique).

Afin d'évaluer méthodiquement la lisibilité, nous avons opté pour une prise de vue multi-angles offrant la possibilité de percevoir la trace du signe, soit en rotation (donnant l'illusion de la profondeur), soit sous plusieurs angles isolés. Cette approche permet par la voie de tests de lecture comparée de dégager des constats sur la lisibilité de notre corpus graphique et de pouvoir concrètement étudier des critères de lisibilité pour un système graphique à venir.



Figure 1 : Premiers essais de prises de vue frontale,
de gauche à droite : [arrestation], [voilà], [automne], [calendrier]

3.2 Préparation du corpus

Le choix des signes du corpus doit permettre de tester notre hypothèse d'analogie visuo-gestuelle. Nous avons donc établi une classification par éléments significatifs du paramètre du mouvement, de sorte à couvrir l'ensemble des possibilités offertes par l'espace de signation.

Ainsi, la typologie prend en compte :

- la/les main(s) utilisée(s)
- le type de symétrie (plan, axe, point)
- le type de rotation (poignet, coude, épaule)
- le type de forme
- l'amplitude du geste
- la répétition
- le changement de configuration de la main
- le contact avec le corps
- le déploiement dans la profondeur
- l'emplacement du signe

Ces critères nous ont permis d'établir une liste de 290 signes parmi les 4000 du dictionnaire. Pour des raisons de pénibilité pour les locuteurs sourds² qui produisent ces signes, une deuxième sélection a été effectuée, réduisant le corpus à 100 signes. L'illustration IVT³ du signe est proposée aux locuteurs comme stimulus. La traduction française est omise. Ainsi, les deux sujets sourds ne sont pas influencés par la traduction lors de leur exécution.

3.3 Dispositif et acquisition du corpus

Le dispositif photo est monté pour obtenir 12 angles de vue, entourant le locuteur sur 150°. Il comprend 4 appareils photo numériques, 12 miroirs (chaque appareil photo visant 3 miroirs), un fond noir et un vêtement noir pour isoler les mains. Des retours informatique et vidéo sont mis en place pour apprécier le rendu photo en temps réel et nous faciliter les réglages.

À la différence de la chronophotographie d'E.J. Marey, notre dispositif repose sur un déclenchement simultané des appareils. Le temps d'exposition des 4 appareils varie, selon les signes, de 1 à 4 secondes et permet de recueillir les traces laissées par le mouvement des mains, d'un bout à l'autre du signe. L'image obtenue permet la lecture du signe dans son ensemble (locuteur, configuration des mains, mouvements, emplacement, expression...).

² Les locuteurs (un homme et une femme de 30 et 35 ans) sont tous deux sourds profonds, de parents entendants. L'un travaille au CREDA d'Amiens en tant qu'enseignant de LSF en LSF et l'autre, comédienne pour l'association Signes de Sens (Lille).

³ L'IVT (International Visual Theatre) se présente comme un « laboratoire de recherches artistiques, linguistiques et pédagogiques sur la langue des signes, les arts visuels et corporels ». Les éditions de l'IVT publient des outils pédagogiques pour l'étude de la LSF dont un dictionnaire bilingue de référence en deux volumes (Moody et al, 1998).

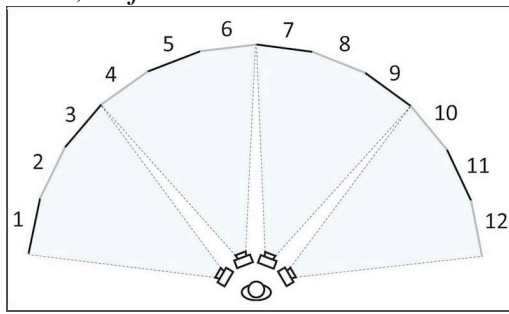


Figure 2 : Schéma du dispositif



Figure 3 : Photo de l'installation

Deux séances de prises de vues ont été organisées avec la participation de deux locuteurs sourds. Grâce à un retour vidéo, ces derniers prenaient immédiatement connaissance de la trace laissée par leurs gestes et pouvaient ainsi avoir un regard critique sur le résultat. Cette démarche (que nous n'avions pas anticipée) consistait pour les locuteurs à émettre un jugement formel sur les images produites, aboutissant, au cours de la séance, à l'apparition d'une attitude réflexive vis-à-vis de leur production gestuelle. Nous avons ainsi pu observer chez les signeurs témoins le souci de mieux marquer leurs tracés en modifiant leur gestuelle.

Pour nous, cela montre deux choses :

1. La trace graphique résultante donne une représentation intelligible du geste.
2. En influant sur cette trace graphique, le scripteur recherche l'évidence dans le rendu du mouvement (notion que nous désignons par le terme de "clarté"). Ici, son objectif n'est pas la reconnaissance du signe, mais simplement la bonne inscription du mouvement dans l'image.

On aurait affaire ici à une phase de reconnaissance du signe (lisibilité) suivie immédiatement d'une phase de discrimination graphique (clarté) propre à un système graphique et à son support.

Plus de 200 séries de 12 clichés ont ainsi été rassemblées, classées puis retouchées afin de constituer le corpus graphique de l'expérience.

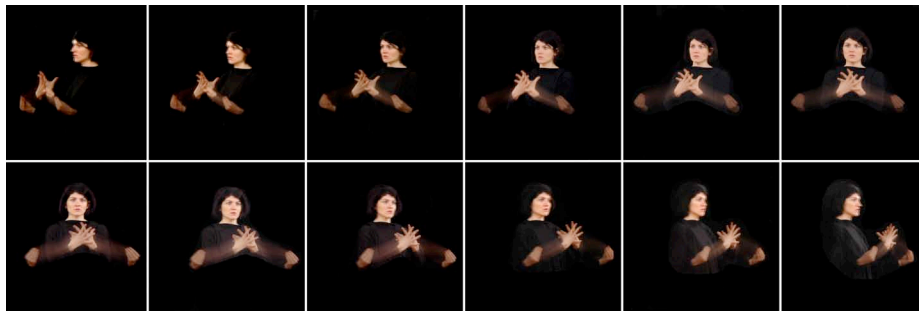


Figure 4 : Série de 12 clichés du signe [disparaître]

3.4 Plateforme de test et plan d'expérience

3.4.1 Plateforme de test

Afin de récolter les données nécessaires à notre étude, une plate-forme de test a été réalisée. La volonté de toucher le public le plus large possible nous a conduits à développer le test sur internet. Ce site propose à la communauté sourde un test en ligne portant sur la reconnaissance de signes selon plusieurs angles de

TALS 2010, Montréal, 23 juillet 2010

vue. Deux registres graphiques font l'objet du test : un registre photographique présentant la trace laissée par le geste et un registre graphique correspondant à un négatif en noir et blanc du premier.

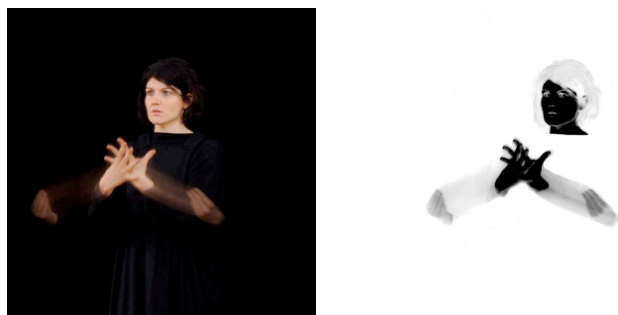


Figure 5 : Image des signes, à gauche registre photographique, à droite registre graphique

L'objectif est de présenter à la lecture des degrés différents de traduction graphique du signe et d'étudier de manière quantifiée la capacité de ces représentations à transmettre le sens du signe. Les résultats de ces tests nous permettront incidemment d'identifier les manques, les faiblesses de notre approche et de jeter les bases d'une démarche critique.

3.4.2 Protocole de tests

Chaque sujet suit un parcours de test comprenant deux séances à une semaine d'intervalle. Une séance est composée de 25 items portant chacun sur un signe différent pris au hasard dans le corpus. Un seul registre est représenté au cours d'une même séance. Les sujets sont répartis aléatoirement en trois groupes égaux que nous appelons A, B et C. Ces groupes se distinguent par l'alternance des registres sur les deux séances. Groupe A : registre photographique pour les deux séances ; Groupe B : registre photographique puis registre graphique ; Groupe C : registre graphique pour les deux séances. En comparant l'évolution de chaque groupe d'une séance à l'autre, nous espérons trouver la preuve d'un apprentissage différencié. En tenant compte des deux registres, trois types de successions sont donc possibles : 1) deux phases photographiques 2) deux phases graphiques 3) une phase photographique suivie d'une phase graphique.

Chaque test se déroule en trois étapes :

1. **Reconnaissance** Le sujet peut faire tourner le signe sur lui-même (150°) en manipulant un curseur de défilement sous l'image. Cette visualisation donne l'illusion d'un espace à 3 dimensions. Le sujet doit indiquer s'il reconnaît le signe en précisant son degré de certitude. Dans le cas où le sujet ne reconnaît pas le signe, les étapes 2. et 3. sont ignorées et le sujet accède à l'item suivant.
2. **Choix d'un angle privilégié** Le signe est présenté à nouveau sous la forme de 12 vignettes reprenant les 12 angles de vue en 2 dimensions répartis aléatoirement (pour neutraliser l'effet de centration dans le choix de la vignette). Le sujet choisit l'angle de vue qui lui semble le plus lisible.
3. **Validation de la reconnaissance** Afin de valider la bonne reconnaissance du signe, une liste de 4 définitions en LSF est proposée (complétée par une option "la définition ne figure pas dans la liste").⁴

⁴ Les étapes 1 et 3 forment un ensemble logique indiquant par croisement la reconnaissance ou non du signe. Cependant, la comparaison entre le taux de certitude relevé sur un signe donné et le taux de validation de la reconnaissance nous donne une autre indication concernant cette fois l'ambiguïté de l'image.

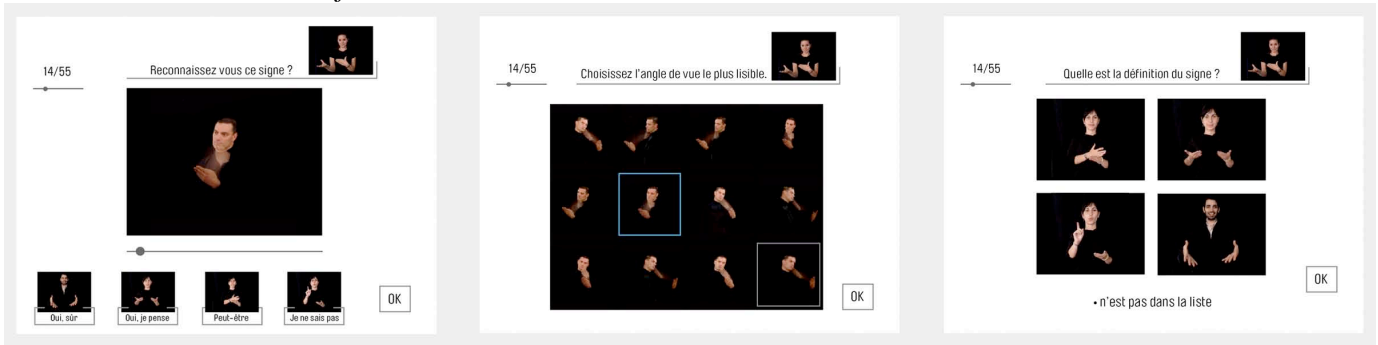


Figure 6 : Les 3 étapes de test

Ces trois étapes du test sont appliquées dans deux registres formels. Le premier est un registre photographique brut dans lequel la trace s'inscrit dans l'espace de signation. Le second est un registre graphique mettant l'accent sur la dimension scripturale en isolant la trace (par retouche de l'image de départ) et en la basculant dans un cadre spatial détaché de la réalité et plus proche de celui de l'écriture (trace monochrome noire sur support blanc). La trace devient alors tracé et le signeur devient scripteur.

Nos hypothèses principales se déclinent de la manière suivante :

- Des informations de mouvement sous forme de trace ou de tracé rendu sur une image fixe suffisent à la reconnaissance d'un signe.
- Un signe doit avoir un angle optimal de discrimination (étape 2) lorsqu'on est dans une représentation 2D particulièrement pour un traitement graphique présentant un tracé.
- Le type de signes (type de symétrie, type de forme, amplitude du mouvement...) a un impact sur l'angle de meilleure discrimination.
- Le changement de traitement – vers un tracé – amène les sujets à affiner la discrimination d'angle. Il s'agit d'une véritable bascule dans un registre graphématique.

4 Paramètres graphiques

Notre approche méthodologique et critique de la problématique de l'écriture des LS est ancrée dans notre culture typographique. Dans le domaine du dessin de caractères, le signe graphique est intimement lié à la pratique calligraphique qui l'anime. Pour mieux comprendre le regard que nous posons sur le terme calligraphie, il faut mettre de côté sa définition occidentale qui renvoie à la belle lettre, rigoureusement exécutée et soumise à des formes arrêtées et nous tourner du côté de la calligraphie chinoise. Dans ce cas, le signe est le résultat du geste alors qu'en occident, le geste est le résultat du signe. Cette différence est fondamentale à nos yeux, car elle nous permet de questionner le geste à l'origine des formes graphiques et de s'affranchir de l'arbitraire d'une forme graphique préétablie, de raisonner dans l'espace gestuel autant que dans l'espace graphique. Comme pour les LS, le signe chinois, à travers l'acte calligraphique, est une expression du mouvement parcouru par un sens non arbitraire. Cet art du mouvement nous intéresse au plus haut point. En effet, la manière dont les questions du signe y sont abordées nous éclaire sur les principes en œuvres dans nos propres formes graphiques et les gestes qui les déposent.

Toute forme d'écriture a le besoin impératif d'être lisible, c'est-à-dire qu'elle doit posséder les qualités formelles permettant une lecture aisée (sens typographique de la lisibilité). L'organisation et la position des tracés dans le signe est la première de ses qualités. Il s'agit pour les composants graphiques de faire corps. Lors de la réalisation du signe graphique, la difficulté principale est donc la confusion dans les

TALS 2010, Montréal, 23 juillet 2010

tracés et la discontinuité. Cela arrive par exemple lorsque les tracés sont mal hiérarchisés. Ce premier principe d'unicité dans le signe doit être associé à un second principe qui bien qu'opposé n'en est pas moins essentiel : le contraste. Les signes, mais également les tracés qui les composent, doivent impérativement se distinguer les uns des autres sans pour autant décomposer l'unité de l'écriture. Il est très important de pouvoir analyser la nature de ces contrastes formels et le rôle qu'ils jouent dans la construction du corps du signe. Nous étudions ces principes de lisibilité au travers de paramètres graphiques nous permettant de décrire précisément la nature formelle de notre corpus. Ces paramètres nous informent sur la manière dont le signe est construit : formes, orientation et changement d'orientation, plans et axes, configurations de la main traçante, amplitudes, tension des tracés, vitesse, nuances des pleins (les noirs), types de modulation du tracé (donnant l'illusion de la troisième dimension).

Les tests effectués nous permettent de recueillir des données sur la reconnaissance et la lisibilité des tracés présents dans le corpus. Celles-ci devraient mettre en évidence des critères de lisibilité portant sur les dimensions pertinentes du tracé. Ces paramètres graphiques nous permettent d'évaluer méthodiquement les principes formels en jeu dans la lecture du tracé. D'autre part, dès lors que nous pouvons décomposer le signe en paramètres graphiques, nous pouvons par là même envisager la question de sa reproduction par l'écrit. Quel outil, quelle manipulation, quel espace scriptural permettront au scripteur de retrouver ces formes ?

5 Perspectives

Les tracés stabilisés d'après le corpus photocalligraphique devraient assurer la cohérence formelle du répertoire graphématique. Le partage des modalités visuo-gestuelle entre oralité et écriture guidera l'acte scriptural et devrait maintenir la différenciation entre des graphèmes, même proches, par le biais d'une analogie modale entre le geste du tracé de l'écrit et celui du tracé du signe.

Il faudra définir des règles de structuration du signe avec pour objectif le respect de l'équilibre de la composition typographique (rythme, lisibilité, homogénéité). L'objectif de faciliter l'apprentissage doit nous guider vers une économie dans le nombre et la complexité formelle des signes de base ainsi que dans les règles de composition interne au signe.

Les signes graphiques que nous proposerons n'ont pas vocation à lever toutes les ambiguïtés des signes (LS). Nous croisons les données obtenues en 3.4 avec les paramètres du mouvement de chaque signe. Ceci doit permettre de concevoir un système graphématique rassemblant les autres paramètres impliqués dans la constitution d'un signe LS. D'autres dispositifs seront élaborés pour tester ces autres paramètres, notamment par le moyen de captation-visualisation de gestes en temps réel (motion capture).

L'implication des deux locuteurs sourds dans le processus d'acquisition du corpus (voir 3.3) nous amène à envisager un dispositif exploitant ce rapport à l'image. Utilisant un seul point de vue, le nouveau système de prise de vue sera contrôlé par le sujet (déclenchement de l'appareil, exploration des détails de l'image). L'élicitation sera identique à celle du premier dispositif, mais nous laisserons le sujet juger seul des modifications à effectuer pour obtenir la meilleure représentation du signe (orientation par rapport à l'axe de prise de vue, gestion du bruit dû aux répétitions, chronologie du mouvement...). Nous effectuerons un relevé des modifications opérées par les sujets sur leur gestuelle. Les données obtenues seront rapprochées des paramètres du mouvement sélectionnés (voir partie 4.) afin d'explorer notre hypothèse sur le lien entre mouvement et trace graphique. Le dialogue avec les sujets devrait également permettre de construire une grille des solutions de clarification inventées par eux et que nous n'aurions pas anticipées.

TALS 2010, Montréal, 23 juillet 2010

D'autre part, afin d'analyser le comportement du lecteur sourd face au tracé, le regard de ce dernier sera enregistré grâce à un dispositif de suivi du regard. Une collaboration avec l'université de Picardie Jules Verne nous permettra de développer un protocole d'expérimentation sur la question et devrait nous permettre de voir la manière dont l'œil du lecteur se déplace à l'intérieur du signe. Nous espérons ainsi pouvoir comprendre de manière plus fine les comportements liés à la lecture des signes graphiques.

Références

BLONDEL M., BOUTORA L., PARISOT A., VILLENEUVE S. (1998). *Étude exploratoire de marqueurs intonatifs en LSF et LSQ. Actes de TALN 2008*

BIANCHINI C. S., *Émergence d'un système d'écriture pour les Langues des Signes et réflexions métalinguistiques conséquentes : la LIS-Écrite (Langue des Signes Italienne Écrite) et le SignWriting*. Thèse de doctorat en Sciences du Langage (en cours, prévue 2011), Paris 8 - Università degli studi di Perugia.

CUXAC C. (2000). *La langue des signes française (LSF) : les voies de l'iconicité*. Paris : Gap: Ophrys.

FAJARDO I., VIGO M., SALMERN L. (2009). Technology for supporting web information search and learning in Sign Language. *Interacting with Computers* 21, no. 4, 243-256.

GARCIA B., BOUTET D., BRAFFORT A., DALLE P. (2007). Sign Language (SL) in Graphical Form : Methodology, modélisation and representations for gestural communication. *Actes de Interacting bodies, Ile colloque ISGS*.

GARCIA B., BRUGEILLE J-L., MERCIER H., DALLE P., BRAFFORT A., BOUTET D. (2007) *Rapport LSScript* : http://websourd.nnx.com/~mediav0/PDF/RapportFinal_V3.pdf

LIORET A. (2004) *Émergence de nouvelles esthétiques du mouvement*. Paris : L'Harmattan.

MAREY E-J., DEMENY G. (1883). *Études photographiques sur la locomotion de l'homme et des animaux*. Paris : Gauthier-Villars.

MOODY B., VOURC'H A., GIROD M., DUFOUR A. (1998). *La langue des signes, tome 2 & 3, Ed. ent. rev., corr. et augm.* Paris : IVT.

SAGAWA H., TAKEUCHI M., OHKI M. (1998). Methods to describe and recognize sign language based on gesture components represented by symbols and numerical values. *Knowledge-Based Systems* 10, no 5, 287-294.

STOKOE W., CASTERLINE D., CRONEBERG C. (1965). *A Dictionary of American Sign Language on Linguistic Principles*, Washington, DC : Gallaudet College Press, *Rev. ed.* Silver Spring, MD : Linstok Press, (1976).

VARELA F., THOMPSON E., ROSCH E. (1996). *L'Inscription corporelle de l'esprit : sciences cognitives et expérience humaine, La couleur des idées*. Paris : Seuil.

Miletitch R., Courville R., de Rébulard M., Danet C., Doan P. et Boutet, D., (2012) “*Realtime 3D Gesture Visualisation for the Study of Sign Language*”, Actes de la conférence *EVA Electronic Visualisation an the Arts*, London 2012, Consulté de <http://ewic.bcs.org/content/ConMediaFile/20435>

Real-time 3D gesture visualisation for the study of Sign Language

Roman Miletitch
GestuelScript (ESAD Amiens)
roman.miletitch@gmail.com

Claire Danet
GestuelScript (ESAD Amiens)
claire.danet@gmail.com

Raphaël de Courville
GestuelScript (ESAD Amiens)
raphael.de.courville@gmail.com

Patrick Doan
GestuelScript (ESAD Amiens)
pdoan.atelier@gmail.com

Morgane Rébulard
GestuelScript (ESAD Amiens)
morgane.rebulard@gmail.com

Dominique Boutet
UMR 7023 SFL, CNRS, Université
Paris 8 et Université EVE
dominique_jean.boutet@orange.fr

This work constitutes a contribution to the emergence of a common writing for French Sign Language in a graphical or even a typographical framework. In this article we present ThirdEye, an interactive visualisation tool designed for movement analysis. As a research tool, ThirdEye's main objective is to help study the importance of movement in the production of meaning within the context of sign language. In this paper, we will show why and how this device was conceived and how it can help to shed light on the relationships between sign language and writing.

Gesture visualisation. Sign Language. Motion capture. Writing. Graphical system. Iconicization.

1. INTRODUCTION

French Sign Language (FSL) is the first mean of communication of the French deaf community representing around 120.000 people in France. A law passed in 2005 recognised it as a full language, which was the starting point of broader recognition from the public and its use in public school system and administration. Signed languages (SL) are analogical, visual-gestural and multilinear (meaning that it allows for simultaneous transmission of several pieces of information) languages, thus distinct from vocal languages which are arbitrary, acoustic-vocal and monolinear. Up to now, due to this complexity, no satisfactory writing system was created and yet a Sign Language (SL) writing would offer deaf people the conditions for an unprecedented cultural enrichment.

One could think that French in its written form would fill that gap. However, in reality, it is very difficult for most deaf people to learn how to speak or even to read French and studies have shown how a harmonious development of conceptualisation relies on a SL-based education (Courtin 2002).

Not having the same roots and modality than their vocal counterparts, signed languages cannot be written with existing scripts. A writing system needs to be engineered specifically; one that would fit

their peculiarities: grammar, vocabulary and multilinearity among others. However, most endeavours in this direction ended up as codes for linguists rather than a real practical writing that could be used everyday by the deaf community.

The distinctive feature of our project is that it is based on a graphical approach to Sign Language, which aims at observing similarities between the gesture that signs and the gesture that writes. We believe that in this particular case, the language and its writing could have a lot more in common than vocal languages and their own scripts. Incidentally, this approach may help us to institute a relevant methodology for graphical research in general.

Our core hypothesis is as follows: the realization of the gestural sign casts traces in space that have a scriptural quality. Our study departs from the traditional segmentation of sign language in parameters (hand shape, movement, location, orientation — which direction the palms are facing during a sign — and facial expression) studied by Stokoe (1976) and Cuxac (2000) among others. To begin, we chose to focus on gesture as a whole, omitting all non-manual elements of the sign. To this end, we created ThirdEye, an interactive visualisation tool designed for movement analysis within the context of Sign Language. Its first purpose will be to assert how much of the meaning

is still present when you only keep the movement parameters in Sign Language.

In the next section we will show some of the various means of capturing movement and its use in linguistic prospects. Then we will describe ThirdEye, how it works, what it does as well as the user experience itself. Finally, we will present our test methodology, the language games that we experiment on with ThirdEye and the perspectives for this device.

2. LITERATURE REVIEW

2.1 Motion capture

Real-time Motion capture (mocap) has now become a commonplace technology. It is implemented in various ways in many consumer electronics (mostly mobile phones and videogames) and its wide availability as of-the-shelf hardware yields a lot of interest into both researchers and DIYers communities around the world (Chung Lee 2008). However, precise, affordable, real-time, non-bulky full body motion capture and hand shape detection, is not there yet. Let's review the technologies available today for gesture-related studies.

2.1.1. Commercially available mocap solutions

Videogame motion controllers have become an object of interest for researchers (Vaughan-Nichols 2009) as they provide a cheap of-the-shelf solution for motion capture.

Optical human motion capture is traditionally used in the cinema and game design industries. It usually requires pose estimation algorithms to resolve ambiguities and occultations (Moeslund, & Granum 2001) and combine the signals from several cameras. This makes it an inadequate solution for real-time applications.

Inertial measurement units (IMUs) combining accelerometers, gyros and magnetometers seem to provide a viable alternative, especially with the recent addition of efficient sensor fusion algorithms (Madgwick, Harrison & Vaidyanathan 2011) though they are not yet as widely available as their console accessories counterparts.

2.1.2. Mocap applied to linguistics

In the field of sign language studies, the question of motion analysis is a crucial one, whether it is for segmentation (Lefebvre-Albaret 2010) or for automated translation (Starner 1995).

The work of Thad Starner (1995) at MIT and projects done at the Center for Accessible Technology in Sign show that it is possible to get

accurate recognition of the signs by a computer within a limited vocabulary of signs (Zafrulla 2010).

Furthermore, François Lefebvre-Albaret (2010) showed that the dynamic of the movement can be a good indicator for the automated segmentation of the signs.

These studies show the efficiency of the movement parameter as a differential indicator in natural language processing (human-to-computer communication). It still has to be shown if this holds true in human-to-human communication.

2.2 Writing gestures

To this day, a usable writing system for signed languages still doesn't exist as such. The only examples of writing available to us are therefore tied to vocal languages. The later exhibit a great variety, as Clarisse Herrenschildt (2007) showed, demonstrating that relations between language and writing depend, among other factors, on the type of script used: logogrammatic, consonant or alphabetic. In logogrammatic scripts, understanding is compulsory as there is no connection between the written form and phonetics, reading and comprehension are closely intertwined in the script. Consonant scripts on the other hand require from the reader knowledge of the language in order to complement the information given by the text with unwritten vowels. Finally, the readers of a complete alphabetical script can decipher a text even if they don't know the language or understand the meaning. So, depending on the type of script (expression form — sound — or content form — concept — (Hjelmslev & Leonard 1996) comprehension and reading may switch places; comprehension necessarily comes first with logograms which can be read regardless of the language used, whereas reading an alphabetical script — even clumsily (as the phonology of each language orients the actual pronunciation of the graphemes) — can be done without understanding the content.

Types of relationships between writing and its object are either an arbitrary convention between alphabet and sound, or aspire to an analogy between the logogram and the concept. However, whether it goes from sound to concept (alphabet) or from concept to sound (logogram), reading is always confronted to the arbitrarily stemming from the difference in modality between vocal languages and the script. Thereby, we see a wide gap between the vocal language that relies on a vocal-auditory modality and its writing totally dependant on a gestural-visual canal, regardless of the vocal language and the script.

Signed languages (SL) are iconic languages; the shapes of the signs maintain an analogical relationship with their referent. Moreover, unlike vocal languages, signed languages and writing share the same visual gestural modality. Freed from the arbitrariness gap, there might be a chain of analogy going from the referent to the language then to the writing. This point is important as it would make for a major advantage over vocal languages. In existing systems for SL annotation, we observe different sign/script relationships: from conventional encoding of the grapheme-like part of each sign as in Hamnosys (Prillwitz, Siegmund *et al.* 1989) to the schematic representation of the signers body in motion (SignWriting). Our take on the problem is to assume that there could be a reduplication of the analogy, not between the sign and its referent this time, but between the sign and its graphical representation. The seed of a writing for signed languages would be enclosed within its own oral form: the shape cast by the hands of the signer in the space around them as they sign. An unprecedented fact in the history of writing as — aside from signed languages, oral never shows a continuity of canal with its written form.

3. DEVICE & GRAPHICAL METHOD

The ThirdEye motion capture system was designed to be modular. It can be broken down in three parts: the device itself, the capture part of the code, and the rendering. The device itself can change, as can the rendering, or even just the output. This makes ThirdEye a very versatile tool that can be used with any kind of motion capture system.



Figure 1: A signer equipped with the markers

3.1 Device

In ThirdEye, the motion capture is done using two luminous spherical markers. As we pointed out in section 2.1, most motion capture systems use multiple cameras or combine marker based

tracking with other sensors, which make them quite onerous. One of our goals with ThirdEye was to reach out the deaf community, whether individuals or schools. This means a low cost production and a relying on a DIY (Do It Yourself) approach.

In practical terms, ThirdEye uses a single point of view and a bespoke algorithm to track the markers in 3D space. We are currently using a Sony PS3 Eye camera, which delivers 60 frames per second at a 640x480 resolution. This is enough for most sign language gestures. To use the system, the signer clips a marker on each hand and faces the camera. The image on the screen then mirrors his hand movements in an abstract 3D environment. A foot-switch triggers the writing.

3.1.1. The algorithm

The algorithm in ThirdEye is separated into two threads, one for the capture and the writing, the second for the rendering and the graphical user interface.

The capture is based on a Monte Carlo algorithm and a tracking algorithm. We use two markers: one blue and one green. We set the camera to a low exposure in order to get the best contrast. We try to locate each marker. The program searches the image, looking at random pixels until either it finds one that has the appropriate colour, or it reaches a threshold (set at 10000 iterations in our code). We know that the spheres will appear as circles in the image. Then, based on the approximation of this projection, we draw lines up, down, right and left, until we are not anymore in the colour range we defined (which implies we are out of the marker). We have then two segments (from up to down, and from left to right). We take the x-value of the centre of the left to right segment, and the y-value of the centre of the up to down segment. As we said, the marker is seen as a circle, hence we can approximate the centre by a dot defined by those x and y values.

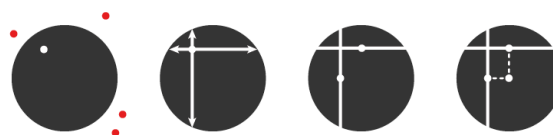


Figure 2: Detection of a marker and its centre

On the following frame, we do the same, except that we don't search the whole image again. We bypass the Monte Carlo subroutine and first check the previous centre. Since our camera works at 60 fps, the centre of the circle in a frame n is most of the time still within the circle in frame $n+1$.

To get the z-value, we try to systematically fill the majority of the pixels of the disk. The filling algorithm works by, first scanning the surface from top to bottom, extending lines left and right of the vertical segment we already have, we scan the surface line by line by searching matching pixels left and right. This usually gives a rather good filling of the surface, but we still miss a little part from the top and bottom of the disk. Hence in this subset of "left to right" lines, we take the top one (lowest y-value), and the bottom one (highest y-value) and from each pixels of the upper one, we extend lines up, and do the same downwards for the bottom one until we reach out of the disk. During all that process, we count the total number of pixels. This number is correlated to the surface of the disk, and since this surface is linked to the diameter of the disk, we can deduce from it the size of the spherical marker, and hence the distance between the camera and the marker. One interesting thing to note is that in this process, most of the processing is done on markers' pixels, hence reducing the cost in time of image processing since we never actually go through every pixel in the image.



Figure 3: Filling algorithm

Furthermore, our tracking algorithm works fast enough to deliver 60 positions per second and still leave us time to work on the data before hand. One of our main perspectives is the use of that time in order to filter data before use.

For the rendering, we use SFML for all GUI elements and OpenGL for 3D rendering. First, we display the position of the marker as two pointers on the screen. Their shape is a simple 3D object in OpenGL. When the signer activates the writing, we link all these shapes in consecutive frames, creating a ribbon. An outline of the body is displayed as a backdrop in order to help the signer get reference points in space. Another feedback is given by the colour of the pointers that changes when they are close to a conventional coronal plane in 3D space, giving an feeling of the z-axis.

3.2 Setup

The signer is equipped with the markers and stands in front of the screen. The markers are tracked by the system (see 3.1) and their trajectory appears as 3D strokes on the screen as soon as the signer presses the foot-switch. The written strokes are a mirror projection of the signer's and

an extension of the body in the virtual space. The whole experiment is designed to look and feel as much as possible as using a writing tool. It merges signing and writing to make their similarities appear.

In our experimentations we used different setups. The first one is without the foot-switch, we just give the signer the markers, and they play with the trace in order to discover the system and the 3D space with the help of some simple tasks such as connecting two dots in 3D. The second one is the whole setup described in the previous paragraph, which can be used while another subject watches the screen, unaware of the movement of the signer and comments on it. The last one is a chat setup where two signers are both equipped with markers and a foot-switch, while each sees on his screen the strokes produced by the other. Numerous language games can be done with this setup, and some are described in section 4.2.

3.3 The experiment

In the comments we got from the first deaf beta testers, we understood that their first impression is surprise. The visual feedback on their language production is something unusual that makes them rethink the way they sign. They also note that some signs produce a trace that is counter-intuitive. We still have to investigate this question but we believe that the movement may not have the same value in every sign.

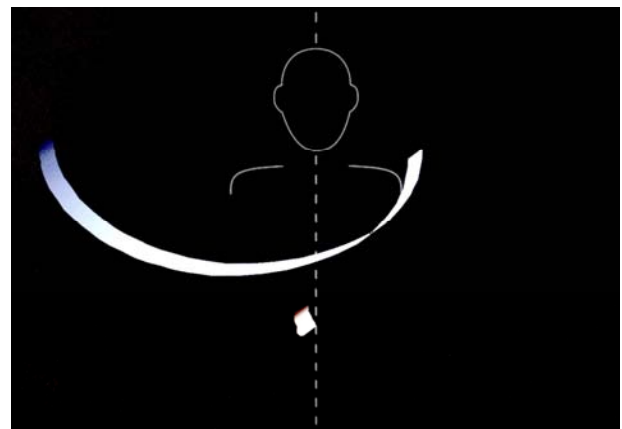


Figure 4: Trace of a sign: [succeed]

4. TEST METHODOLOGY

4.1 Our hypothesis

We observed that the trajectories followed by the hands into space are different for each sign. Our hypothesis is that these trajectories share a link with the meaning of the sign itself, the nature of which we will have to find if our hypothesis is proven. The way we proceed is we visualize the

trajectories of the hands in real-time so that the signers gain instant feedback on the shapes they unknowingly produce as they sign.

4.2 The language games

We imagined several experiments designed as games (except the first one). Each of them is a communication scenario and they all aim at understanding how our very abstract and simplified rendering of the movement can act as a communication medium and to what extent.



Figure 5: A signer using *ThirdEye*

The scenarios go from the most simple to the most complex communication situation. The information to be transmitted is getting more and more abstract and we give fewer clues.

Scenario 1: Two signers are equipped with markers and they must realise the same sign. Signer A writes a trace that will stay on screen and serve as a guide for the signer B. Then A and B can switch places. There is no goal in this scenario but the two signers get to experiment with the device and it gives them the opportunity of sharing their impressions about the graphical representation of the gestures.

Scenario 2: The two signers are shown 4 images (objects or simple concepts). Signer A secretly chooses an image and tries to explain it to signer B through traces on the screen only.

Scenario 3: Signer A is given a theme (e.g. animals, job titles, family...) and has to communicate it to signer B through traces on the screen only.

Scenario 4: We give the two signers a list of subjects, verbs and objects and a simple sentence structure [subject] [verb] [object]. Signer A creates

a sentence and tries to make signer B guess its components through traces on the screen only.

Scenario 5: We give signer A an image (e.g. the depiction of a historical event like the first moon landing). He has to tell the story to signer B through traces on the screen. We then interview signer B to see what amount of information they could recover from what they saw.

Each of these scenarios can be transposed in the chat setup if the material is available.

5. CONCLUSION

In this article, we presented a system that provides an easy way to visualise hand trajectories in real-time using a marker-based motion tracking system and a single camera, and its rendering. Our first experiments allowed us to gather feedbacks about its use in a sign language context, would that be about a potential writing, the linguistic aspect of movement or for educational uses. The comments we collected gave us new ideas about graphical means of showing the gesture, which we will compare and test in upcoming experiments with a larger audience.

For now, the limitations of the system are mostly occultation issues and the fact that it relies on optimal lighting conditions (requiring calibration). Also, the markers are attached to the edge of the hand so there is an offset in the measurement that can't be corrected with using only our system. The extra bulk on the hand can also "get in the way" during certain signs. All these issues could be addressed using inertial measurement units with robust sensor fusion (Madgwick, 2011) that could make IMUs a viable and rather affordable alternative to optical motion capture and give the extra information of orientation. We will look into this solution as the material becomes more widely available.

We are contemplating other applications than mere experimentation with our device. One is a set of tools to learn how to sign (*ThirdEye* could compare a sign in a database to the one currently produced on screen, advice a signer about its speed, position etc.) Another application would be a sign language input device that could replace the keyboard for sign language. And last would be to create a corpus of signs to be used by the community, for instance to help avatar rendering of sign language

As of our research, we plan on designing an experiment that will reveal the nature of the link between trajectory and meaning of the sign. One of our main objectives would then be to characterise this link, and to check if it's the same for every sign

(e.g. ample movement VS tiny movement). We will also check if there are categories of signs for which the trajectory is more meaningful than others. All of this will be a step forward in the understanding of the movement parameter of sign language, its link to writing and progress toward the creation of a written form of sign language.

6. REFERENCES

Chung Lee J., 2008. Hacking the Nintendo Wii Remote, *Ieee Pervasive Computing* 7 (3) p. 39-45.

Herrenschmidt C., *Les Trois écritures : Langue, Nombre, Code*, Bibliothèque Des Sciences Humaines, ISSN 0768-0570, 1 vol ([Paris]: Gallimard, 2007) pp.109 and after.

Hjelmslev L. & Léonard A.-M., *Prolégomènes à Une Théorie Du Langage : Suivi De ; La Structure Fondamentale Du Langage*, trad Una Canger & Annick Wewer, Arguments (Ed. De Minuit, Collection), ISSN 0530-7228 (Paris: Ed. de Minuit, 1996).

Lefebvre-Albaret F., 2010. *Segmentation de la Langue des Signes Française par une approche basée sur la phonologie*, PhD Thesis.

Madgwick, S.O.H., Harrison, A.J.L. & Vaidyanathan, R., 2011. Estimation of IMU and

MARG orientation using a gradient descent algorithm. *2011 IEEE International Conference on Rehabilitation Robotics. IEEE*, pp. 1-7.

Moeslund, T.B. & Granum, E., 2001. A Survey of Computer Vision-Based Human Motion Capture. *Computer Vision and Image Understanding*, 81(3), pp.231-268.

Prillwitz, Siegmund *et al.*: *HamNoSys. Version 2.0; Hamburg Notation System for Sign Languages. An introductory guide*. (International Studies on Sign Language and Communication of the Deaf; 5) Hamburg : Signum 1989 - 46 p.

SignWriting. <http://www.signwriting.org>. [Accessed March 10, 2012]

Starner, T., Weaver, J. & Pentland, A., 1995. Real-Time American Sign Language Recognition Using Desk and Wearable Computer Based Video. *Media*, (466), pp.1-7.

Vaughan-Nichols, S.J., 2009. Game-Console Makers Battle over Motion-Sensitive Controllers. *Computer*, 42(8), pp.13-15.

Zafrulla Z. *et al.*, 2010. *American Sign Language Recognition using Kinect Skeleton features*. <http://youtu.be/qFH5rSzmgFE> (retrieved 25 March 2012).

Bianchini Claudia S., Doan Patrick, Chèvrefils-Desbiolles Léa, Rébulard Morgane, Danet Claire, Contesse Adrien, Boutet Dominique, Coding Movement in Sign Languages: the Typannot Approach, in 5th International Conference on Movement and Computing, 28-30 juin 2018, Genoa.

Coding Movement in Sign Languages: the Typannot Approach

Claudia S. Bianchini

Université de Poitiers
EA3816 FoReLL
Poitiers
France
chiadu14@gmail.com

Patrick Doan

École supérieure d'art et design
de-sign-e Lab
Amiens
France
pdoan.atelier@gmail.com

Léa Chèvrefils

Université de Rouen-Normandie
Rouen
France
leachevrefils@gmail.com

Morgane Rébulard

École supérieure d'art et design
de-sign-e Lab
Amiens
France
morgane.rebulard@gmail.com

Claire Danet

Université de Technologie de Compiègne
EA2223 Costech
Compiègne
France
claire.danet@gmail.com

Adrien Contesse

École supérieure d'art et design
de-sign-e Lab
Amiens
France
adriencontesse@gmail.com

Dominique Boutet

Université de Rouen-Normandie
EA7474 DyLIS
Rouen
France
dominique_jean.boutet@orange.fr

ABSTRACT

Typannot is an innovative transcription system (TranSys) for Sign Languages (SLs), based on robust graphematic and coherent typographic formulas. It is characterized by readability, writability, searchability, genericity and modularity. Typannot can be used to record handshapes, mouth actions, facial expressions, initial locations (LOCini) and movements of the upper limbs (MOV). For LOCini and MOV, Typannot uses intrinsic frames of reference (iFoR) to describe the position of each segment (arm, forearm, hand) in terms of degrees of freedom (DoF). It assumes that the motion is subdivided into a complex moment of initial preparation, leading to the stabilization of a LOCini, and a subsequent phase of MOV deployment based on simple motor patterns. The goal of Typannot is not only to create a new TranSys, but also to provide an instrument to advance the knowledge about SLs. The observation of the SLs makes it possible to formulate various hypotheses, among which: 1) MOV follows a simple motor scheme that aims at minimizing motor control during MOV; 2) proximal→distal flows of MOV are predominant in SLs. Only the use of a TranSys based on iFoR and the description of the DoF makes it possible to explore the data in order to test these hypotheses.

CCS CONCEPTS

- Human-centered computing~Interaction devices
- Human-centered computing~Gestural input
- Human-centered computing~Accessibility
- Social and professional topics~People with disabilities

KEYWORDS

Sign Language; Transcription System; Handshape; Movement; Initial Localization; Intrinsic Frame of Reference; Motion Capture; User Interface

ACM Reference format:

Claudia S. Bianchini, Léa Chèvrefils, Claire Danet, Patrick Doan, Morgane Rébulard, Adrien Contesse and Dominique Boutet. 2018. Coding Movement in Sign Languages: the Typannot Approach. In *Proceedings of 5th Int. Conf. on Movement and Computing, Genoa, Italy, June 2018 (MOCO'18)*, 8 pages.

1 INTRODUCTION

The analysis of any language requires the implementation of a system of graphical representation to set the characteristics that make them analyzable and comparable. Linguistics started its development through written materials [1, 2], and only in the last few decades it has been involved with spoken languages. Even the development of new multimedia technologies has not changed the situation: even if we can record sound and gestures associated with any language without problems, organizing and storing data on the basis of the elements deemed relevant requires a transcription system (TranSys) to pass from a simple collection to a usable corpus of data: i.e., to record is not to categorize.

To make possible accurate analyses and their reading, TranSys must meet 5 main criteria [3]: readability, writability, searchability, genericity, modularity. A TranSys must be able to be written and read by human transcribers but also by the machines that manage the information (readability and writability). On one hand, the system shall allow a detailed and

structured representation of languages using a systematic graphematic formula (genericity) and, on the other hand, and shall propose an integration of these minimal components within larger formal structures, allowing synthetic representations (modularity). The data thus transcribed should allow computer queries for fine and distinct characteristics (searchability) while displaying different levels of visual synthesis in order to facilitate their understanding (readability).

For the vocal languages (VLs), these criteria are satisfied by more or less detailed adaptations of existing writing systems, in particular by the Latin alphabet [4] and by its derivation, the International Phonetic Alphabet (IPA) [5]. But what about Sign Languages (SLs)?

SLs are languages used by most deaf¹ people to communicate within their community. SLs are produced through the simultaneous movement of several articulators located on the upper limbs (hands, forearms and arms) and the face (eyes and mouth, mainly) of the signer.

Despite various attempts over the centuries [6, 7], SLs have not yet developed a notation system of their own, so there is a lack of a graphic base that can be adapted to create a TranSys. The absence of a TranSys was felt as a problem since the early researches on SLs done by W. Stokoe [8], who for this reason invented a rudimentary TranSys focused on the shapes and movements of the hands, known as the "Stokoe notation".

Given the difficulty of taking into account the formal characteristics of SLs, some researchers have opted for TransSys that encode only the signified of VLs (for example Id-Gloss [9]). In contrast, a small number of researchers tried in the '80s to find solutions to this problem, generating various systems, e.g. SignFont [10], D'Sign [11], SignWriting (SW) [12, 13], Hamburg Notation System (HamNoSys) [14]: today, only the last two are still in use, SW being aimed more to deaf people and educators, HamNoSys to linguists.

SW (Figure 1) is a system based on a set of characters detailing all the components of SLs (manual and non-manual). The characters are arranged in a two-dimensional space that analogically represents the signing space. SW is easily readable by humans, but this does not go together with its very laborious writability, by both hand and computer. Moreover, born outside of the concerns of the world of linguistic research, SW is not easy to search. Finally, its characters are a global representation of a sign parameter, and therefore they are neither generic nor modular.

HamNoSys (Figure 1) is a more modern and detailed version of the Stokoe Notation. It is a linear graphic system that accurately represents the manual components of the SLs. It has been conceived to promote computer writability and searchability, perhaps to the detriment of human readability. The system is partially modular but not generic.



Figure 1. [WHAT?] in American Sign Language, written with (from left to right): SignWriting, Stokoe Notation, HamNoSys. Source: www.signwriting.org

Since 2013, a third TranSys of SLs is emerging: it is Typannot [15], realized within the l'École supérieure d'art et design (ESAD, Advanced School for Art and Design) of Amiens (France) by the GestualScript team, a multidisciplinary group of linguists, graphic designers, calligraphers, designers and computer scientists.

This article starts with the description of the HandShapes (HS) parameter to explain the concept of Typannot and its user interface (UI), followed by a presentation of initial localization (LOCini) and movement (MOV) parameters, which obey multiple, intrinsic Frames of Reference (iFoR), allowing to understand the relationship between the position of the limb articulators and the movement. Finally, the article shows how data transcribed using Typannot and its iFoR make it possible to give an answer to these two questions:

- how is it possible that MOV in SLs is standardized and simple, while its very principle brings it to continual changes?
- how may we determine MOV from its preparation phase?

2 PRESENTATION OF TYPANNOT

Typannot is a typographic system that offers a description of the SLs forms using both symbolic and explicit visual analogies, thus enabling the advancement of linguistic knowledge [3]. It

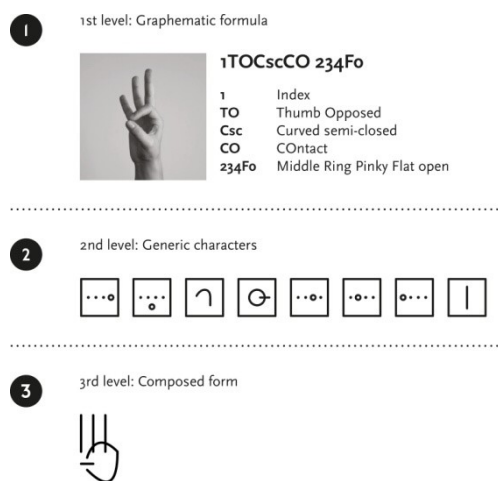


Figure 2. The three levels of representation of Typannot: example of a HandShape.

¹ We decided to use the term "deaf" because of a cultural issue: even if, for hearing people, this term might seem "politically incorrect", most deaf people, especially those who use SLs, do prefer to be called "deaf" (which underlines a difference) than "hearing impaired" (that underlines a handicap).

allows coding different parameters, both manual (HS, LOCini and MOV) and non-manual (mouth action and eye expressions). It is designed to meet the 5 criteria of a TranSys: readability, writability, searchability, genericity and modularity.

The analysis of the HS parameter allows understanding the general framework of the approach, since for all the other components the creation process follows the same steps and generates the same levels of representation (Figure 2).

2.1 Typannot levels of representation: the HandShape example

2.1.1 Graphematic formula

In the first place, it has been necessary to establish a graphematic formula [16], i.e. an ordered list of features relevant for the description (Figure 2.1).

The HS parameter is the most studied by the SLs linguists [8, 17, 18, 19]. After evaluating various studies on this subject, it has been chosen to refer to the phonological study of 9 SLs by Eccarius and Brentari [20], which seems to be quite complete to serve as a descriptive basis for all the HS of the 142 SLs of the world [21]. For HS, the graphematic formula is composed by 33 features (Figure 3).

.notdef	SLH-left	SLH-right	SLH-on..._edfinger	SLH-tw..._dfingers	SLH-thr..._dfingers	SLH-fo..._edfingers	SLH-fv..._dfingers
	←	→	•	••	•••	••••	•••••
SLH-onefinger	SLH-twofingers	SLH-threefingers	SLH-fourfingers	SLH-fivefingers	SLH-index	SLH-middle	SLH-ring
1	2	3	4	5	•••	••••	•••••
SLH-pinky	SLH-thumb	SLH-grouped	SLH-crossed	SLH-stacked	SLH-reverse	SLH-contact	SLH-contactother
•••	•	○	×	≡	⇌	⊗	⊗
SLH-flat	SLH-curved	SLH-bent	SLH-fullopen	SLH-open	SLH-semiclosed	SLH-closed	SLH-nonopposed
┆	∩	∩	∩	∩	∩	∩	∩
SLH-opposed	SLH-hidden						
┆	→						

Figure 3. Typannot primary generics characters (G1) for HandShapes.

It was not the same for the other parameters, where the GestualScript team had to establish the list of the relevant traits by itself.

2.1.2 Generic characters

On a second step, the 33 features of the graphematic formula are translated into 33 generic characters called “primary generics” (G1) (Figure 2.2), that are written in a linear way following strict syntactic rules.

For better readability and faster understanding, those 33 G1 characters can be combined to form generic compound characters (“secondary generics”, G2) (Figure 2.2, 3rd character). Combinations are performed automatically, thanks to the OpenType typographic “ligature” functionality.

For example (Figure 4), the G1 “shape = curved” and the G1 “angle = open” can be combined to form a G2 compound “curved open”; of course, it will then be possible to request both one of the two G1 or the entire G2 (Figure 4).



Figure 4. Generic compound: G1 “Curved” + G1 “Open” = G2 “Curved Open”.

In order to ensure data queries with every operating system and software, the GestualScript team aims to have Typannot recognized by the Unicode Consortium. The set of possible HS being of several millions (although those actually recorded in 9 SL [20] do not exceed half a thousand), only the 33 G1 characters will be registered in Unicode.

2.1.3 Composed forms

Although using just G1s is sufficient to identify a HS, Typannot allows a composed typographic form for each HS generic transcription. This final level of representation aims at providing a better readability and writability. It integrates a set of typographic components into a single unit (oppose to the linear vector of the generic forms) to build a logographic form. Similarly to the generic characters, composed forms are displayed automatically using the OpenType ligature functionality, replacing an entire line of G1 transcription by a single composed form (Figure 2.3).

Thus, like in the Latin alphabet “a+e→æ”, typing several G1 may create alternative level of representations (G2 or composed forms) that are back-decomposable (and therefore searchable).

For the HS, the three levels of representation have been fully realized. A font allowing to visualize both generic and composed characters of each HS is at advanced stage. Moreover, Typannot allows to represent mouth actions, eye expressions and LOCini: for these components, development reached the second level. Conversely, MOV representation is still at the early level, i.e. the availability of a sketch of the graphematic formulas without its development into character sets.

2.2 Typannot User Interface (UI)

To enable the use of Typannot in every platform and software, a UI is under development, allowing to write it according to different modalities, according to the users’ requirements and skills, thanks to the presence of three complementary sub-interfaces (sUI):

- generic sUI (selection of generic characters - G1, G2);
- module sUI (selection of “morphological” modules of the specific typographic formula);
- gestural sUI (selection through the physical reproduction of the component to be described, thanks to the use of capture devices, i.e. LeapMotion for HS [Figure 5] and Inertial Measurement Unit [IMU] for LOCini).

It is possible to switch from one sUI to another to refine or correct the description, and a signing avatar should allow, at any time, to verify the accuracy of the transcript.

Whatever the sUI used, the UI restores both the generic formula and the specific "morphological" character. Using the Typannot font allows viewing the result in all OpenType supporting programs.

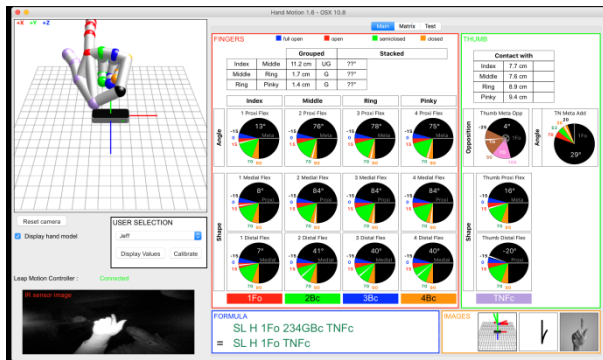


Figure 5. Typannot User Interface: gestural sub-interface for handshapes (back-end version).

Along with the HS, Typannot proposes a new system to transcribe three interdependent parameters: the position and the orientation of the hand, and the posture of the arm. These data are translated through a single notion, i.e. LOCini, a principle to characterize MOV in a novel way.

3 INITIAL LOCALIZATION (LOCini) AND MOVEMENT (MOV)

The movements of the upper limbs (MOV) are the result of a concatenation of actions of different articulators that act simultaneously: for this reason, MOV is considered the most difficult parameter to describe and, therefore, to represent [22].

In order to successfully overcome the drawbacks of MOV representation, most SLs TranSys focus on describing the trajectory of the hands, annotating trajectory and/or position of the other segments only if it cannot be easily deduced by the information about the hand itself [23, 24]. Conversely, the GestualScript team starts on a completely different basis.

The LOCini is classically seen according to an extrinsic, egocentric Frame of Reference (eFoR) in which only the position of the hand is considered, according to a frame centered on the speaker (front, back, left, right, top and bottom).

The approach chosen by GestualScript considers that LOCini and MOV are both accountable for the relative positions and movements of each segment (SEG: hand, forearm and arm) and therefore novel iFoR, intrinsic to each SEG and multiplied by all the SEGs, shall constitute the structuring level of the signs [25].

3.1 Novel approach for the movement (MOV)

3.1.1 Degrees of Freedom (DoF) and intrinsic Frames of Reference (iFoR)

Typannot therefore proposes a novel approach based on taking into account the three SEGs of the upper limbs: arm, forearm and hand. For each of them, the different Degrees of Freedom (DoF) [26] (Figure 6) are underlined, together with their grades, going from one pole extremity to the other:

- arm: flexion/extension (with grades Flex2, Flex1, Flex0, Ext1, Ext2); abduction/adduction (Abd1, Abd2, Abd0, Add1, Add2); internal/external rotation (RInt2, RInt1, RInt0, REExt1, REExt2);
- forearm: flexion/extension (Flex2, Flex1, Flex0, Ext1, Ext2); pronation/supination (Pron2, Pron1, Pron0, Supi1, Supi2);
- hand: flexion/extension (Flex2, Flex1, Flex0, Ext1, Ext2); abduction/adduction (Abd1, Abd0, Add1, with just 3 grades).

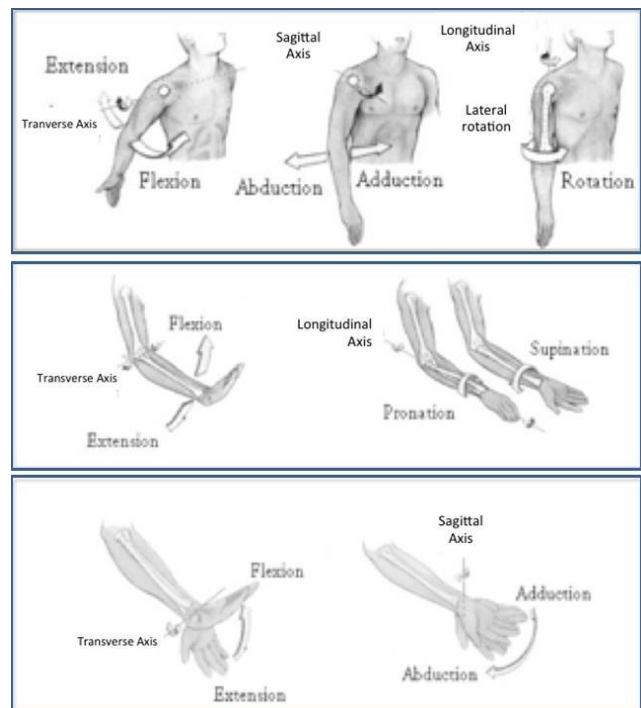


Figure 6. The degrees of freedom (DoF) of the upper limbs.

To allow the description of DoF, the usual eFoR is not suitable. Therefore, Typannot is based on an iFoR for each SEG:

- the shoulder iFoR allows describing MOV and LOCini of the arm;
- the arm iFoR allows describing those of the forearm;
- the forearm iFoR allows describing those of the hand.

The three iFoR make it possible to precisely locate the position of all the SEGs participating in the MOV. If at first this approach seems more complicated than the eFoR, the iFoR allow many savings on the transcription of the MOV, as shown below.

3.1.2 Initial Location (LOCini)

The second basic premise of Typannot for MOV is that the LOCini, i.e. the stable position assumed by the SEGs of the

signer's upper limb(s) before the deployment of MOV, is the key towards a simple description of MOV itself.

In SLs, MOV is a nearly continuous and complex flow that oscillates between a preparation moment (which culminates in a LOCini) and a deployment phase (that is, the MOV itself). However, these displacements are not the result of chance and one can find simple and standardized patterns. This paradox leads to two questions:

- how can MOV be standardized and simple, as it changes continuously?
- can we, and how, predict MOV from the observation of LOCini?

Before MOV takes place, the signer stops his/her action for a while: he/she blocks the LOCini, and his/her limbs are positioned to allow deploying MOV whilst minimizing the motor control. It is therefore possible to say that the preparatory phase for LOCini also consists in setting up the SEGs in a balanced and sufficiently stable LOCini to serve as anchor point and as basis for a simple MOV flow (from the point of view of the motion scheme). In other words, in order to reach the LOCini, the signer performs a series of potentially complex actions implementing each SEG, so that the sign MOV can be deployed through a simple motor scheme.

3.1.3 Movement (MOV)

The representation of LOCini renders superfluous the description of the preparation phase, thus strongly reducing the elements to be described in MOV. After registering the LOCini, it is sufficient to consider the DoF on which MOV has repercussions and the type of impulse. Although it often seems visually that several SEGs are in action, it is possible to deduce without much difficulty which is the SEG that "carries" the MOV impulse and how MOV propagates.

An example allows to better understand these last affirmations. The two signs on Table 1 means [THANK YOU] in French SL (LSF).

Table 1. Two signs to say [THANK YOU] in French Sign Language with transcription of initial location (LOCini), movement (MOV) and impulse (differences shown in bold).

			
LOCini	Arm	Add0 Flex0	Add0 Flex0
	Forearm	Flex2 RInt2	Flex2 RInt0
	Hand	Supi1 Flex0 Add1	Supi1 Flex1 Add1
MOV (segment affected)		Forearm to hand	Arm
Pulse		ArmRExt ForearmExt	ArmExt

However, looking at their transcript it is possible to note that: their LOCini differs slightly in terms of grades and not in terms of poles (-2 grades for the forearm, which remains in RInt, and +1 grade for the hand which stays in Flex); the SEGs affected by

MOV are not the same, and if the pulses are different, they affect in any case two aligned poles, i.e. the extension of the arm and the extension of the forearm.

They are thus two realizations of the same sign, which go visually in different directions but which are physiologically quite similar: the difference of LOCini being only a question of grades. Only an approach, such as that of Typannot, based on iFoR and a description of the SEGs makes it possible to note this difference: the egocentric observation of the only trajectory of the hand would probably not have made it possible to reconcile these two realizations of which one sees a MOV directed inward and downward, while for the other MOV is directed forward and downward.

3.2 How Typannot generates new knowledge

As stated in the presentation of Typannot (§2), the goal of the GestualScript team is not only to create a TranSys, but also to provide an instrument capable of advancing knowledge on SLs and gestures: the following section shows how Typannot makes it possible to investigate SLs.

3.2.1 Hypotheses

The first assumption looks at the complexity of the motor control. By observing the sign [NEVER]² in LSF, we see that it can be done with the palm in a horizontal plane and downwards or in a vertical plane, but in both cases MOV will be a simple abduction of the hand. The motion scheme is simple and identical for this sign, regardless of the achievements. This example, and many others, allows us to formulate a first hypothesis:

- Hypothesis A: MOV has a simple motor scheme aimed at minimizing motor control during MOV.

The second supposition concerns the MOV propagation flow (FLOW) along the upper limb. If we compare the signs [LOCATION] and [TO GRASP] in LSF (Figure 7), we notice that MOV follows a proximal-distal flow (hand→fingers, FLOW^{Prox→Dist}) in the first case, and a distal-proximal flow (hand→arm; FLOW^{Dist→Prox}) in the second case. The FLOW^{Prox→Dist} only affects the hand and the fingers, and only appears in the few realizations showing a change of HS during signing. Generally, the great fixity of the HS during signing seems to show that the flow is mainly a FLOW^{Dist→Prox}. However, working on MOV in general (and not on the SLs), Dumas [27] states that the inertia of the hand compared to the forearm is only 24% and that of the forearm to the arm is 65%: there is an inertial tendency towards a FLOW^{Prox→Dist} which should also affect the fingers (change of HS). The difference between what Dumas asserts and the observations on HS changes leads to a second hypothesis:

- Hypothesis B: the inertial tendency towards a FLOW^{Prox→Dist} of MOV is predominant also in SLs.

² [NEVER] in LSF, with vertical palm: see Elix-LSF.fr <https://goo.gl/aPGC7u>
[NEVER] in LSF, with horizontal palm: see Sematos.eu <https://goo.gl/svStQH>

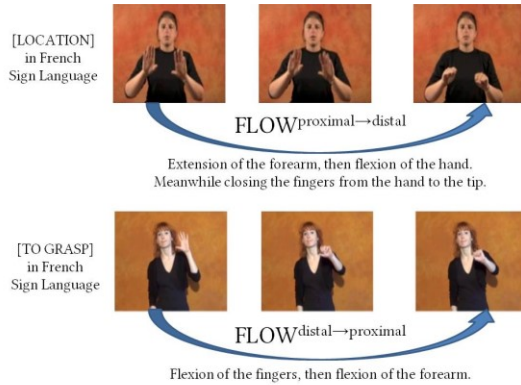


Figure 7. The flows in French Sign Language signs [LOCATION] and [TO GRASP].

3.2.2 Materials and methods

To test these hypotheses, Typannot was used to transcribe three short extracts (about 1 min each) of narrations, each told in a different SL. These are "L'histoire du cheval" [28] in French SL (LSF) (duration: 60 sec), "Pinocchio in LIS" [29] (duration: 113 sec) in Italian SL (LIS) and "Holiday in Lanzarote (BF21n)" [30] (duration: 50 sec) in English SL (BSL).

The extracts have been transcribed with the ELAN software [31], using the Typannot G1 characters to encode MOV.

It must be remembered that only the graphematic formula has been developed for LOCini and MOV (see §1) and that the UI is still under realization. The transcription work could therefore only be based on the graphical aspect of Typannot: in fact, the corpus has been annotated with an alphanumeric keyboard, without resorting to the generic and composed characters and without recourse to the UI. In these conditions, the transcription of a single minute may require up to 5 hours of annotation (ratio: 1/300), which more or less corresponds to the time required using other TranSys [32]. This length depends not only on the complexity of the parameters but also on the ergonomics of the tools used, both in terms of graphic signs and input interfaces.

A collateral hypothesis emerges from these considerations:

- Collateral hypothesis: using iFoR common to the IMU MoCap device and to Typannot, together with a suitable interface (such as the Typannot UI), drastically reduces MOV transcription times.

3.2.3 Tests and preliminary results

In the corpus, 333 MOVs have been counted: 92 in LSF, 153 in LIS and 88 in BSL. These MOVs were then categorized differently to test the hypotheses: Test 1 pertains to Hypothesis A, Test 2 to Hypothesis A and the collateral hypothesis, and Test 3 to Hypothesis B.

Test 1. MOVs were ranked on the basis of the number of MOV-deploying SEGs and within each SEG the number of DoF at the MOV origin, if this is the case (Table 2).

Table 2. Distribution of movement complexity.

	⊖ ← — — — Movement complexity — — — → ⊕								Proba- bility
	∅ SEG	1 SEG		1 SEG		2+ SEG			
	∅ DoF	1 DoF		2+ DoF		2+ DoF			
	%	%		%		%			
LSF	7	7.6%	72	78.3%	5	5.4%	8	8.7%	10 ⁻⁷
LIS	15	9.8%	119	77.8%	11	7.2%	8	5.2%	10 ⁻¹²
BSL	9	10.2%	70	79.5%	2	2.3%	7	6.9%	10 ⁻⁸
TOT	31	9.3%	261	78.4%	18	5.4%	23	6.9%	10 ⁻²⁶

The predominance of MOVs concerning only one DoF (initiator of the rest of the MOV) on a single SEG is highly significant (p<0.001): whatever the SLs considered, nearly 80% of MOVs are directed by a single DoF and the other SEGs reposition accordingly with the MOV-initiating DoF.

Therefore, the preliminary results seem to validate Hypothesis A: despite the apparent complexity of MOVs, these are, for the most part, governed by a simple motor scheme.

Test 2. MOVs were also classified on their potentiality for being tracked by a MoCap system, i.e. MOVs being initiated by a single DoF and those whose form matches an algorithm like the circle; Table 3 reports these numbers and their sum.

Table 3. Frequency of trackable movements (MOV).

	1 SEG 1 DoF		Circles		Trackable MOV		Non-trackable MOV	
		%		%		%		%
LSF	72	78.3%	11	12.0%	83	90.2%	9	9.8%
LIS	119	77.8%	27	17.6%	146	95.4%	7	4.6%
BSL	70	79.5%	14	15.9%	84	95.5%	4	4.5%
TOT	261	78.4%	52	15.6%	313	94.0%	20	6.0%

It appears that for more than 90% of the signs it is possible to determine the MOV origin, irrespective of MOV performed.

These data make it possible to show the interest of a UI integrating a system of IMU-like MoCap. This is based on an iFoR system, so the relative data that such equipment provides are easily convertible into Typannot categorical data, based on an iFoR system too. If the IMU and the development implemented in the UI allow to recognize 90% of MOVs, it will be sufficient for the transcriber to redo the movements that he/she visualizes in the video to automatically transcribe them in Typannot, thus minimizing the transcription duration.

Test 3. MOVs were classified based on their flow direction (FLOW^{Prox→Dist} or FLOW^{Dist→Prox}) (Table 4).

Results are less marked here, but it appears that FLOW^{Dist→Prox} is dominant in more than 60% of MOVs (p<0.001), while the remaining 40% is subdivided between FLOW^{Prox→Dist} (less than 10%), absence of a well-defined flow, MOV on a single DoF (without transfer to another SEG), and total absence of MOV (static).

Table 4. Distribution of flow.

	FLOW Dist→Prox		FLOW Prox→Dist		Static		Un- defined		1 DoF		Proba- -bility
		%		%		%		%		%	
LSF	54	58.7%	8	8.7%	7	7.6%	0	0.0%	23	25.0%	0.1174
LIS	98	64.1%	15	9.8%	15	9.8%	2	1.3%	23	15.0%	0.0006
BSL	61	69.3%	0	0.0%	9	10.2%	2	2.3%	16	18.2%	0.0004
TOT	213	63.7%	23	6.9%	31	9.3%	4	1.2%	62	18.6%	10 ⁻⁸

These preliminary results do not corroborate Hypothesis B: in spite of the inertial tendency towards a FLOW^{Prox→Dist} established by Dumas [27] for the movements in general, it is the FLOW^{Dist→Prox} to be predominant in SLs. As for Test 1, a classical approach, based on the trajectories of the hands and an eFoR, would not have made it possible to unfold this phenomenon, which on the contrary appears when using Typannot.

4 CONCLUSIONS

Typannot is a SLs representation system that wants to satisfy 5 basic criteria for transcription: readability; writability; searchability; genericity and modularity. To meet these criteria, it is based on a rigorous protocol for creating characters which makes it possible to obtain a system having at the same time a robust graphematic and a coherent typographic formulas.

The use of the novel TranSys Typannot makes it possible to understand the SLs signifier form in a new light that emphasizes features of the SLs which remained hidden with the previous TranSys. This is shown by the MOV analysis, based not on the trajectory of the hands in an eFoR, but on the observation of the movement propagation flow on the different SEGs and DoF, in an iFoR and from a steadied LOCini.

Two hypotheses have been tested with Typannot on a short corpus allowing to obtain some preliminary but promising results.

In the first place, it has been shown that the motor control necessary for the realization of the signs can be reduced to very simple motor schemes (1 DoF on 1 SEG) for the parameter which appears as the most unstable, i.e. MOV. This observation is only detectable if we adopt iFoR.

Subsequently, it was highlighted how the LOCini participates in the conditions of realization of the sign standardization. This standardization goes through a simple motor scheme, requiring only minimal motor control. This is the case here for more than 90% of signs.

These data, obtained thanks to Typannot, open the way to other hypotheses, for example that the preparation phase of LOCini is probably more unstable, more complex and with a greater occurrence of FLOW^{Prox→Dist} compared to the MOV deployment phase. These hypotheses need to be verified through recordings made with MoCap.

ACKNOWLEDGMENTS

This work was supported by: École supérieure d'art et de design (ESAD) d'Amiens; Amiens Métropole; Conseil regional des Hauts-de-France; Délégation générale à la langue française et aux langues de France (DGLFLF); Ministère de la Culture; Robofont; Crédit Agricole; Dynamique du langage in situ (DyLIS) de l'Université de Rouen-Normandie.

REFERENCES

- [1] Jack Goody, Jean Bazin, and Alban Bensa. 1986. *La Raison graphique: la domestication de la pensée sauvage*. Collection "Le sens commun", Editions de Minuit (Paris, France): 272 p.
- [2] Sylvain Auroux. 1994. *La révolution technologique de la grammatisation: introduction à l'histoire des sciences du langage*. Mardaga (Liège, Belgium): 216 p.
- [3] Dominique Boutet, Patrick Doan, Claudia S. Bianchini, Claire Danet, Timothée Goguely, and Morgane Rébular. in press. *Systèmes graphématiques et écritures des langues signées*. In "Signatures: (essais en) sémiotique de l'écriture" (Jean-Marie Klinkenberg and Stéphane Polis, eds). Signata.
- [4] Brigitte Bigi, Pauline Péri, and Roxane Bertrand. 2012. Influence de la transcription sur la phonétisation automatique de corpus oraux. Proc. Journées d'études sur la parole (Joint Conference JEP-TALN-RECITAL, Grenoble, France, 04-08/06/2012): 449-456.
- [5] International Phonetic Association. 1999. *Handbook of the International Phonetic Association: a guide to the use of the International Phonetic Alphabet*. Cambridge University Press (Cambridge, UK): 213 p.
- [6] R.-A. Auguste Bébian. 1825. *Mimographie ou essai d'écriture mimique, propre à régulariser le langage des sourds muets*. L. Colas (Paris, France): 42 p.
- [7] Pierre Deléage. 2013. *Le geste et l'écriture: langue des signes, amérindiens, logographies*. Armand Colin (Paris, France): 158 p.
- [8] William C. Stokoe. 1960. Sign Language structure: an outline of the visual communication systems of the American deaf. Reprinted in 2005 in *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 10(1): 3-37. doi: 10.1093/deafed/eni001
- [9] Trevor Johnston. 2010. From archive to corpus: transcription and annotation in the creation of signed language corpora. *International Journal of Corpus Linguistics*, 15(1): 106-131. doi: 10.1075/ijcl.15.1.05joh
- [10] Don Newkirk. 1989. *SignFont handbook*. Edmark Corp. (Redmond, WA, USA): 68 p.
- [11] Paul Jousion. 1995. *Ecrits sur la Langue des Signes Française*. L'Harmattan (Paris, France): 250 p.
- [12] Valerie Sutton. 1995. *Lessons in SignWriting: textbook & workbook*. Deaf Action Committee for Sign Writing (La Jolla, CA, USA).
- [13] Claudia S. Bianchini. 2012. *Analyse métalinguistique de l'émergence d'un système d'écriture des Langues des Signes: SignWriting et son application à la Langue des Signes Italienne (LIS)*. PhD Dissertation, Paris 8 (Paris, France) and Università di Perugia (Perugia, Italy): 672 p.
- [14] Siegmund Prillwitz, Regina Leven, Heiko Zienert, Thomas Hanke, and Jan Henning. 1989. *Hamburg notation system for sign languages: an introductory guide*. Signum Press (Hamburg, Germany): 46 p.
- [15] Dominique Boutet, Claudia S. Bianchini, Claire Danet, Patrick Doan, Timothée Goguely, and Morgane Rébular. 2015. Structuration phonologique d'un système [glyphique] pour annoter les langues des signes: Typannot. Proc. 13^{èmes} Rencontres du Réseau Français de Phonologie (Bordeaux, France, 29/06-01/07/2015): 41-43.
- [16] Claudia S. Bianchini. in press. La notation des corpus de Langue des Signes: un défi encore ouvert mais parfois ignoré. In "Parole 5" (Sylvie Hanote, ed). Corela.
- [17] Penny Boyes-Braem, Ursula Bellugi, and Harlan L. Lane. 1976. Preliminaries to a distinctive feature analysis of handshapes in American Sign Language. *Cognitive Psychology*, 8, 263-289.
- [18] Scott K. Liddell. 1990. Structures for representing handshape and local movement at the phonemic level. *Theoretical Issues in Sign Language Research*, 1: 37-65.
- [19] Jean Ann. 1996. On the relation between ease of articulation and frequency of occurrence of handshapes in two sign languages. *Lingua*, 98(1): 19-41.
- [20] Petra Eccarius, and Diane Brentari. 2008. Handshape coding made easier: a theoretically based notation for phonological transcription. *Sign Language & Linguistics*, 11(1): 69-101.
- [21] M. Paul Lewis. 2017. *Ethnologue: languages of the world*. SIL International (Dallas, TX, USA): 1248 p.

- [22] Susan Goldin-Meadow and Diane Brentari. 2017. Gesture, sign and language: the coming of age of sign language and gesture studies. *Behavioral and Brain Sciences*, 40(e46): 1-82.
- [23] Robert E. Johnson and Scott K. Liddell. 2011. A segmental framework for representing signs phonetically. *Sign Language Studies*, 11(3): 408-463. doi: 10.1353/sls.2011.0002
- [24] Ronnie B. Wilbur and Evie Malaia. 2008. Contributions of sign language research to gesture understanding: what can multimodal computational systems learn from sign language research. *International Journal of Semantic Computing*, 2(1): 5-9. doi: 10.1142/S1793351X08000324
- [25] Dominique Boutet. 2010. Structuration physiologique de la gestuelle: modèle et tests. In "Multimodalité de la communication chez l'enfant" (Jean-Marc Colletta, Agnès Millet and Catherine Pellenq eds). *Lidil*, 42: 77-96.
- [26] Adalbert I. Kapandji. 2008. Anatomie fonctionnelle - Tome 1: membre supérieur. Ed. Maloine (Paris, France), 6th ed: 1-351.
- [27] Raphael Dumas, Thomas Robert, Vincent Pomeroy and Laurence Cheze. 2012. Joint and segment coordinate systems revisited. *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering*, 15(suppl.1): 183-185.
- [28] Philippe L'Huillier and Khadra Abdelgheffar. 2014. L'histoire du cheval, extract from Corpus LS-Colin. Collection "Corpus de la parole". <https://goo.gl/7ZZ87D> accessed January 12, 2018
- [29] Carmela Bertone. 2012. Pinocchio in LIS (chapter 1). DVD. Editrice Cafoscarina (Venezia, Italy). <https://goo.gl/Hc57Fg> accessed January 12, 2018
- [30] Kearsy Cormier, Adam Schembri, Jordan Fenlon, Gabrielle Hordge, Katherine Rowley, Maxwell Barber, Heidi Proctor and Sannah Gulamani. 2008-2011. Holidays in Lanzarote (extract #BF21n) from the British Sign Language (BSL) Corpus. Economic and Social Research Council. <https://goo.gl/QMxiXP> accessed January 12, 2018
- [31] Hedda Lausberg and Han Sloetjes. 2009. Coding gestural behavior with the NEUROGES-ELAN system. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 41(3): 841-849.
- [32] Omno A. Crasborn. 2015. Transcription and notation methods. In "Research methods in sign language studies: a practical guide" (Eleni Orfanidou, Bencie Woll and Gary Morgan eds). Chap. 5. Wiley Blackwell (Hoboken, NJ, USA): 74-88.

Boutet D., Doan P., Bianchini C. S., Danet C., Goguely T., Rébulard M., Systèmes graphématiques et écritures des langues signées, *Signata*, 9, Jean-Marie Klinkenberg & Stéphane Polis (dir.), *Signature (Essais en) Sémiotiques de l'écriture*, Presses Universitaire de Liège, 2018.

Systèmes graphématiques et écritures des langues signées

Dominique BOUTET

Université de Rouen, laboratoire EA Dylis

Patrick DOAN, Claire DANET

Université de Technologie de Compiègne, laboratoire Costech

Claudia Savina BIANCHINI

Université de Poitiers, A Linguistique, FoReLL EA 3816

Timothée GOGUELY, Adrien CONTESSE, Morgane RÉBULARD

ÉSAD d'Amiens, De-sign-e Lab

Introduction

Les Langues des Signes (LS), à peu près 120 dans le monde, sont des langues gestuelles déployées dans l'espace faisant appel à l'expression corporelle, mettant en mouvement des articulateurs visibles (membres supérieurs, mimique, tête, regard, et posture). Contrairement aux langues vocales (LV) majoritairement tributaires de l'arbitraire radical du signe (Polis, 2008, pp. 47-48), les LS s'appuient sur un principe analogique voire iconique très présent. Elles sont multidimensionnelles et s'expriment de ce fait selon une pluri-linéarité plus présente que dans les LV. Ces langues récentes — dont l'institutionnalisation remonte à la fin du XVIII^e siècle — n'ont pas trouvé dans les écritures des LV de systèmes à même de rendre leur spatialité et leur multidimensionnalité.

Les problématiques principales de l'écriture des LS relèvent évidemment de la notation de phénomènes ancrés dans l'espace, mais aussi, de manière tout à fait inédite, du partage des modalités de production/réception — gestuo-visuelle — pour l'oral et l'écrit. En effet, le tracé gestuel d'un glyphe peut rencontrer le tracé gestuel d'un signe à l'oral. L'écriture, dans son rapport aux LS, s'en trouve évidemment modifiée et demande à être réinterrogée dans ses composantes et son fonctionnement.

Nous présenterons trois des principaux systèmes de notation, dont l'usage est actuellement le plus souvent limité aux chercheurs en linguistique de ces langues. Les principales caractéristiques de ces systèmes de notation seront abordées ; il s'agit de leur lisibilité, de leur capacité à être écrits et maniés, ainsi que du formalisme sur lequel ils s'appuient (en particulier le principe de linéarité des écritures existantes). Dans une deuxième partie, les problématiques que l'écriture des LS posent, seront exposées en détails : l'articulation des modalités de production et des modalités sémiotique orale/écrite, les domaines analogiques exploitables pour bâtir des principes glyphiques et les rapports sémiotiques nouveaux entre traces et tracés qu'apporte l'écriture des LS. Dans la troisième partie, quelques éléments des théories sur l'écriture seront examinés au regard de ce qu'une écriture des LS apporte. Ils seront illustrés par le système de notation pour les LS appelé « Typannot » (sur lequel les auteurs du présent article travaillent) et plus spécifiquement par ses choix graphématique et typographiques.

1. Exposé des systèmes de notation existants

Le paysage des systèmes de notation des LS évolue peu depuis 25 ans. Les raisons essentielles tiennent dans l'évolution des types de recherche menés sur les LS. Elles concernent désormais moins la forme des signes que leurs fonctions. Force est de constater que les systèmes de notation des LS mis en place depuis 1960 ont échoué à ancrer les recherches en linguistique sur la forme des signes. Nous présentons trois des principaux systèmes de notation actuellement en usage. Ils illustrent les difficultés de lisibilité, de manipulation et de formalisme.

1.1. *Système de notation de Stokoe*

Le système de notation de Stokoe (1960 — dorénavant NS) est un système phonémique de transcription écrite des LS. Inventé par Stokoe pour la LS américaine (ASL), il permet de transcrire différents paramètres manuels d'un signe (configuration, position, mouvement, puis orientation en 1976) grâce à un système de codification utilisant l'alphabet romain, les chiffres arabes, ainsi qu'un certain nombre de signes diacritiques. Les règles de base de la NS furent publiées en 1960 et ont été appliquées pour la première fois, après quelques améliorations et précisions, dans la réalisation d'un dictionnaire d'ASL (Stokoe *et al.*, 1976).

Reposant sur une description phonologique, les transcriptions possibles avec la NS originale sont réduites aux phonèmes présents en ASL. La NS a été adaptée à la LS britannique (BSL) (Kyle & Woll, 1988), à la LS des aborigènes d'Australie (Kendon, 1988), à la LS italienne (LIS) (Volterra, 1987) (cf. Fig. 1). Dans chacun des cas, l'utilisation de l'alphabet a été ajustée afin de pouvoir transcrire les phonèmes spécifiques à ces langues.

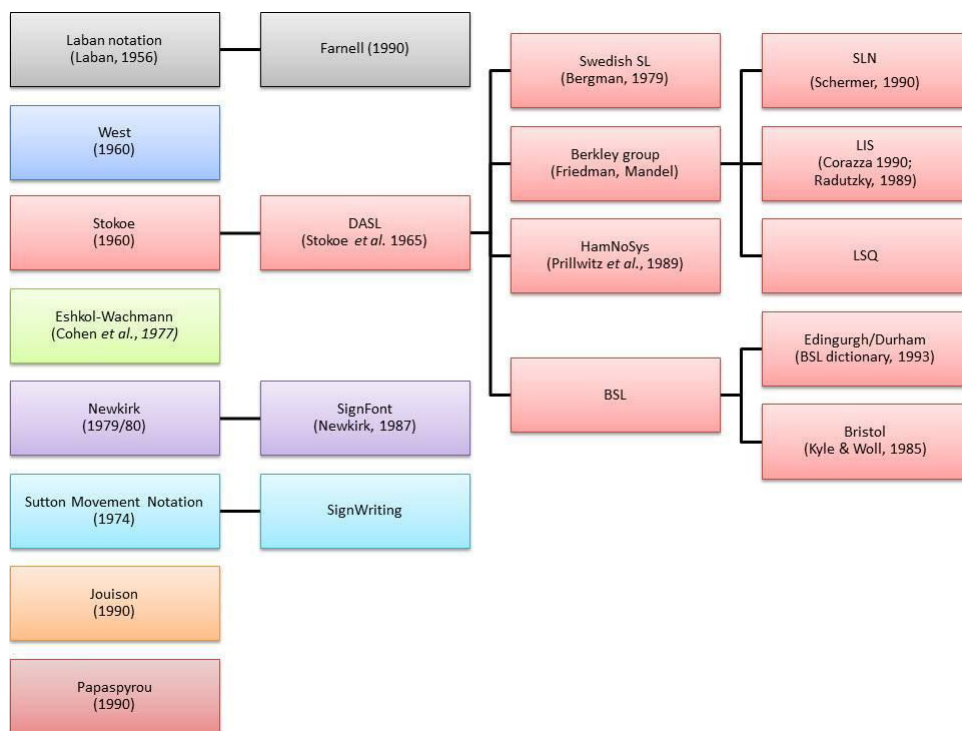


Fig. 1. Les dérivations de plusieurs systèmes de notations des LS. Source : Miller (1998), cité par Bianchini (2012).

La NS répond à une description phonographique qui agence linéairement des glyphes, de la gauche vers la droite. Elle n'envisage pas qu'un signe puisse obéir à une séquentialité (pour une critique, cf. Johnson & Liddell, 2010) et le rapport temporel des éléments entre eux n'est pas considéré. De plus, la NS ne prend pas en charge les composantes non-manuelles du signe : expressions faciales, mouvement et actions de la bouche, les balancements corporels, etc. Stokoe étant le premier à entreprendre une analyse approfondie de la LS, il se trouve contraint de restreindre le champ de recherche à l'élément qui lui semble le plus pertinent, c'est-à-dire les mains. Il se montre conscient de cette limite lorsqu'il affirme :

While the cheremic analysis of the SL seems to be complete enough to make a number of observations [...], the writer is aware that the period of the study is all too short to have arrived at a complete and exhaustive analysis. [...] The other kinds of signals, such as the head dip or "questioning look" are only beginning to be analyzed, and a number of pre-linguistic, paralinguistic [...], dualinguistic data remain to be considered. (Stokoe, 1960, § 3.6.)

Par exemple, les études portant sur les valeurs phonémiques des actions du visage sont récentes et la plupart des adaptations de la NS ont continué à se concentrer exclusivement sur les mains. Aujourd'hui, cette lacune réduit la portée du système

de Stokoe puisque l'étude des *mouth* actions a permis de mettre en valeur leur importance phonologique dans la construction des LS (Boyes-Braem & Sutton-Spence, 2001 ; Fontana, 2008 ; Crasborn *et al.*, 2008).

Ce système de notation requiert un apprentissage important, et s'adresse plus aux linguistes qu'aux signeurs (locuteurs de LS) eux-mêmes. La forme des glyphes montre une volonté iconique soit à travers les correspondants glyphiques alphabétiques des configurations de la dactylogogie de l'ASL, soit à travers des signes diacritiques existants qui représentent le contact, la position relative, etc. Le vocabulaire utilisé pour les glyphes est choisi au sein d'un lexique de caractères latins existants. L'utilisation de ces caractères permet une transcription requêttable pour des linguistes. Ainsi, dans la Fig. 2, la forme 'Y' de la notation de Stokoe renvoie à la saillance de l'index et de l'auriculaire, le 'V' au mouvement vers le bas, tandis que l'@ signale un mouvement circulaire.



Fig. 2. Le signe ASL [BOUCLE D'OR] retranscrit en SW, puis en écriture scripte de SW, en NS et enfin en HamNoSys. Source : Stumpf (2005).

1.2. Système de notation HamNoSys

Le Hamburg Sign Language Notation System, plus couramment appelé HamNoSys (Prillwitz *et al.*, 1989), est un système de transcription phonographique utilisé par la communauté scientifique depuis sa version originale publiée en 1985. Il s'agit d'un outil de notation scientifique destiné en premier lieu à la recherche, et non d'une écriture pour un usage quotidien.

Conçu pour s'adapter à toutes les LS dans le monde, HamNoSys se compose d'environ 200 symboles couvrant les paramètres de configuration, d'orientation, de localisation et de mouvement, pour ne reprendre que les paramètres dits manuels. Leur ordre dans une chaîne donnée est fixe, car HamNoSys est basé sur une formule graphématique déterminée et sans équivoque, avec un ensemble de règles et une structure syntaxique établie. L'ensemble des signes graphiques se présente sous la forme d'une police de caractère pouvant être utilisée à l'aide d'un clavier virtuel. Cela rend ainsi possible leur requêtabilité sur le plan informatique, critère indispensable à la recherche linguistique dans le domaine (Slobin *et al.*, 2001).

Si les symboles de HamNoSys se veulent aussi iconiques que possible et fonctionnent sur un principe de compositionnalité fort (d'où le nombre relativement restreint de signes), le dessin des glyphes, qui s'affranchit de l'alphabet latin, contrairement au système de notation de Stokoe, ne prend pour ainsi dire pas en compte l'aspect scriptural du système dans son ensemble. Les transcriptions sont

donc d'une assez bonne précision sur le plan de la description formelle (phonologique) et offrent l'avantage d'être codé sous Unicode. Les signes LS sont (dé)composés sous une forme typographique totalement linéarisée qui confère au système une grande flexibilité et compatibilité avec les outils informatiques d'affichage et d'indexation des données. Tout comme pour la NS, HamNoSys peut s'avérer complexe à l'usage, en particulier lors de la phase de lecture en raison de la quantité de paramètres à traiter. Le même signe [GOLDILOCKS] (cf. Fig. 2), fait par un mouvement de la main dominante descendant et en boucle, illustrant les boucles « anglaises » rendu simplement par les glyphes '@' et 'V' en NS, sera transcrit avec 18 glyphes en HamNoSys.

1.3. *Système de notation SignWriting*

Si, comme beaucoup d'autres systèmes de notation, la NS et HamNoSys naissent du besoin d'un linguiste de transcrire et de ranger les signes dans un lexique, SignWriting (Sutton, 1995; dorénavant SW), lui, est conçu par une chorégraphe dans le but d'écrire toutes les productions en LS. Cette origine et ce but si différents font de SW un système sans équivalent dans le panorama des notations des LS.

Visuellement (cf. Fig. 2), SW se différencie des autres notations examinées par sa tentative de restituer un calque de la réalité qui débouche sur une représentation anthropomorphe du signe donnée par : (1) la présence des composantes manuelles et non manuelles des signes qui (2) sont représentés par des éléments graphiques (appelés glyphes) qui reprennent de manière iconique la forme de l'élément transcrit et (3) sont agencés dans un espace bidimensionnel (appelé vignette) reproduisant l'espace de signation. Cette attention à la ressemblance vignettesigne est liée à l'origine « non scientifique » de SW, où l'on s'interroge sur ce qui est perçu du signe par le récepteur plus que sur la façon dont le signe est produit ou sur la pertinence linguistique des différents éléments.

Afin de pouvoir représenter toutes les composantes du signe, avec toutes leurs variations, SW est composé de plus de 35 000 glyphes qui peuvent être rangés en environ 500 prototypes, modifiés selon différentes règles (Bianchini, 2012). Pour une configuration « poing fermé », par exemple, il y aura 196 façons légèrement différentes de dessiner le glyphe pour représenter toutes les orientations possibles de la main dans les trois dimensions de l'espace. Il s'agit toutefois de combinaisons purement théoriques, qui permettront aussi de représenter des positions de la main impossibles du point de vue articulatoire ou inexistantes en LS. Pour faire une comparaison avec les LV, SW est l'équivalent d'un Alphabet Phonétique International où l'on aurait cherché à associer un caractère graphique unique à chaque occurrence d'un tableau phonétique, sans se soucier du fait que certaines cases sont impossibles et d'autres possibles sans être répertoriées dans aucune langue.

En raison de cette multitude de glyphes, SW semble un système très difficile à maîtriser. Toutefois, de nombreuses recherches (détaillées dans Bianchini, 2012) ont montré que SW est très lisible, bien que fort peu scriptible. Il s'agit donc d'un

système qui nécessite des scripteurs experts (des sortes de scribes) sans que les lecteurs le soient, ce qui est l'une des causes de la faible diffusion de SW comme écriture des LS.

Du point de vue des chercheurs, SW pourrait être utilisé comme système de notation des LS, mais avec de nombreuses limites. Si sa précision permet de représenter de nombreux phénomènes souvent effacés par d'autres systèmes de notation, l'absence de règles précises d'utilisation et la grande quantité de glyphes qui décrivent toutes les nuances d'un mouvement ou d'une expression rendent très difficile l'obtention d'un accord entre annotateurs ainsi que la requêtabilité des vignettes. Bien que n'ayant pas résolu ces deux problèmes majeurs, la dernière version de SW (datant de 2010) a été codée sous Unicode. Il s'agit là d'un premier pas vers une requêtabilité du système.

2. Problématiques soulevées par l'écriture des langues signées

2.1. Deux acceptions de la modalité gestuo-visuelle de l'écriture

À ce jour, les locuteurs des LS n'ont pas développé de système d'écriture propre. La récente institutionnalisation de ces langues (fin XVIII^e siècle pour la première : la LS Française) n'a pas permis la création et l'appropriation d'un système d'écriture propre. L'utilisation que ces langues font de l'espace les rend singulières par rapport aux LV. Néanmoins, de manière générale, il semble que les écritures, en particulier alphabétiques, soient rétives à représenter des éléments sémiotiques langagiers passant par d'autres manifestations que la seule parole. Les éléments de sens spatialisés des LV ne relèvent d'aucun codage spatial à l'écrit. Aucun déictique ou anaphorique des LV n'est rendu à l'écrit par une quelconque relation à l'espace, alors même qu'ils réalisent un pointage d'une entité de l'espace d'interlocution présent ou relaté, et qu'à l'oral, l'association fréquente de cet appareillage déictique à des pointages gestuels (Butterworth, 2003 ; Guidetti, 2005), du regard ou de la tête montrent bien leur inscription spatiale. Cette défaillance des écritures à représenter des relations spatiales provoque même peut-être des usages de certains déictiques — *ici, là, à gauche de X, à droite de Y* — précisant ainsi l'éloignement des référents y compris dans une phrase (Clark & Sengul, 1978, montrent que le contraste entre les distances n'est acquis que très tardivement par les enfants) ou le cadre de référence relatif relevant plutôt d'un usage décontextualisé propre à l'écrit. L'influence de la langue écrite sur l'oral apparaît dans ses difficultés à représenter le *hic et nunc*, cela a été remarqué maintes fois (Linell, 2004 ; Harris, 1993). La modalité gestuo-visuelle de production à laquelle l'écrit recourt semble exclure toute représentation spatiale et, au fond, n'investit pas de sens la modalité gestuo-visuelle comme tracé. Pour bien comprendre cette différence, revenons à l'oral des LV.

Envisageons une conception élargie du langage (avec McNeill, 1992 ; Kendon, 2004), dans laquelle la langue ne se limite pas à la parole, mais inclut également les

gestes, les mimiques, le regard et la posture. Ces phénomènes corporels ne sont pas rendus par les écritures traditionnelles (exception faite des récents émoticônes), pour des raisons encore peu connues, mais résistantes à tous les modes d'écriture. Les biais qu'introduit l'écriture dans l'analyse linguistique, soulignés par Linell (2004), répondent à cette conception restrictive de ce que serait le langage excluant l'engagement corporel. Cette absence de représentation par l'écriture relève-t-elle de l'espace, du mouvement ou bien de la plurilinéarité? La question à laquelle Leroi-Gourhan (1964), Harris (1993) ou Christin (1995) ont tenté de répondre reste ouverte. Même s'il semble que la plurilinéarité constitue un frein important, différents niveaux d'écriture sont possibles, les lectures On ou Kun des *kanjis* en japonais ajoutent un niveau phonétique à la manière dont se prononce tel ou tel idéogramme, précisant d'ailleurs l'origine japonaise ou chinoise de la lecture à faire. Notons néanmoins que la pluri-linéarité n'est pas écrite en tant que telle. En effet, des inscriptions multiples ne peuvent être produites par un instant unique d'écriture. En cela, la plurilinéarité constitue une limite théorique tant qu'on ne se servira que d'un seul outil en même temps pour écrire. Le mouvement quant à lui, avec son encours, figure comme conséquence, sous la forme de trace dans l'écriture. Même en tant que trace figée, est-il possible que quelquesunes des composantes du mouvement soient investies de sens pour elles-mêmes? Il semble que l'investissement se limite à des traits distinctifs : la direction du trait dans l'espace topologique que compose chaque graphème, son orientation dans la linéarité de l'écriture (topo-cinétique), ainsi que les formes curvilignes, le trait ou la boucle (morpho-cinétique) (Paillard, 1990, cf. § 3). Des survivances d'outils de tracé comme la plume pour laquelle les pieds de chaque lettre (pied à gauche de la lettre 'c' par exemple) servaient à amorcer l'arrivée de l'encre à la pointe auraient pu constituer des mouvements susceptibles d'être réinvestis après l'apparition du stylo. Cela n'a pas été le cas. La valeur du mouvement dans le tracé peut également être investie d'un point de vue stylistique selon des familles de caractères (avec empattements ou sans, caractères Bodoni ou Garamond, etc.) (Thibaudeau, 1921). En aucun cas, les mouvements effectués pour l'écriture d'une lettre ou d'un élément graphique scriptural ne relèvent d'une distinction sémiotique analogique d'un déictique. Il semble que ces mouvements de tracé relèvent soit (1) du *ductus* stabilisant la forme de la lettre (Noordzij, 1985), soit (2) de son pendant graphématique, à travers une fonction distinctive, (3) soit de raisons plus technologiques comme l'amorce rendue nécessaire par l'utilisation de la plume et de l'encre (Noordzij, 2001), ou comme les familles de caractères (pour Dürer, cf. Panofsky, 1945; Savoie, 2014; Morlighem, 2014). Quoi qu'il en soit, il n'y a pas d'usage analogique codifié du mouvement dans l'écriture en lien avec la situation d'interlocution. Le geste et son mouvement servent à l'écriture qui les a investis dans sa calligraphie. Dans une perspective intégrationniste (Harris, 1993), linguistique (Anis, 1983) ou poststructuraliste (Derrida, 1967), le geste est un adjuvant de l'écriture comme l'outil qui sert à tracer.

La dernière raison possible au fait que l'écriture n'investit guère l'espace pour représenter la situation d'interlocution et les éléments déictiques tient à la difficulté qu'il y a à représenter les phénomènes sémiotiques qui, précisément, se déroulent dans l'espace. De quelle nature est cette difficulté ?

Les règles de la *perspettiva artificialis* (Alberti, 1435 ; Panofsky, 1927-1932), permettant de représenter n'importe quel espace à trois dimensions sur un support plan, ont été découvertes après la fixation des écritures les plus répandues, certes, mais cette limitation est dépassée, depuis cinq siècles désormais. En théorie, on peut représenter sur une surface plane n'importe quel phénomène prenant place dans l'espace. Si une raison historique peut justifier cette absence d'espace d'interlocution dans l'écriture, une raison technologique pourrait la lever depuis le *Quattrocento*. En deçà d'une hypothétique adoption par l'écriture de règles de perspective quelles qu'elles soient, une problématique générale d'investissements sémiotiques dans l'utilisation de la modalité gestuo-visuelle est posée par l'écriture.

En effet, il apparaît que les modalités de production et de réception de toutes les écritures ont bloqué jusqu'alors tout investissement sémiotique qui ne serait pas directement lié à la structure interne de l'écriture. Dans cet article, on caractérise cette modalité gestuo-visuelle en la qualifiant de modalité de production/réception. Le mouvement à travers les gestes traçants qui portent l'écriture constitue un moyen de production¹ tellement différencié dans l'écriture manuscrite qui doit reproduire des formes distinctes — toutes les lettres — qu'il obère de fait tout autre investissement qui ne serait pas en rapport avec la constitution des formes glyphiques. Pour ce type d'investissement, la modalité gestuo-visuelle est qualifiée de sémiotique. Chacune de ces modalités sémiotiques — orale comme écrite — se retrouve cantonnée dans ses prérequis formels.

Pour les formes glyphiques des écritures de LV existantes, la constitution formelle de chaque lettre est déjà réalisée, bloquant tout investissement sémiotique. Mais pour des caractères à bâtir des LS, leur forme peut inclure des éléments gestuels et une spatialisation qui est nécessairement sémiotisée pour ces langues (cf. § 4). Il s'agirait au fond de convier dans cette écriture des LS les deux acceptions de la modalité gestuo-visuelle : production/réception et sémiotique, deux acceptions que les écritures des LV révèlent, et qu'une écriture des LS pourrait réconcilier. Par ailleurs, le découplage opéré depuis quelques décennies maintenant entre le geste d'écriture manuscrite, varié parce qu'isomorphe à chaque lettre et le geste de percussion des touches d'un clavier, à chaque fois identique, ouvre des perspectives d'investissement sémiotique. L'utilisation du clavier pourrait avoir libéré le geste de tracé. La manière d'écrire avec un ordinateur peut désormais dissocier le tracé de la trace laissée, les systèmes de reconnaissance d'écriture manuelle le montrent parfaitement puisqu'on peut changer l'affichage dans n'importe quelle police script ou non script.

1. Désormais le mouvement existe en l'absence de tout geste dans l'écriture réalisée par une imprimante, puisque des gestes équivalents de percussion des doigts produisent tous les caractères sur un clavier.

La plurilinéarité d'écriture en acte reste un horizon difficilement dépassable autrement que par une écriture indirecte couplée à un système d'intégration à partir d'une capture de mouvement de plusieurs points sur le corps du signeur. Nous y reviendrons dans le § 2.4.

2.2. *Changement/rupture de modalité entre l'oral et l'écrit*

Pour les LV, la nature des liens entre l'oral et l'écrit repose sur une caractéristique commune qui sépare les langues et les écritures : la rupture de modalité dans son acception de production/réception. Cette rupture de modalité radicale entre l'oral et l'écrit — voco-acoustique pour l'oral et gestuo-visuelle pour l'écrit — coupe de manière arbitraire la forme que prend chaque caractère par rapport à son équivalent phonographique ou logographique. Souligné par maints auteurs (Derrida, 1967; Harris, 1993; Gelb, 1992; Christin, 1995), cette rupture — on vient de le voir — touche y compris les phénomènes qui, à l'oral, relèvent de la gestuelle co-verbale que l'écriture ne représente pas (en dehors des émotivèmes qui ne le font que partiellement). Elle offre aussi, et peut-être en conséquence, une grande liberté de formes et de types d'écriture : alphabétiques, Abjads, syllabiques, logographiques.

Peut-on conserver la même liberté de représentation quand cette rupture de modalité entre l'oral et l'écrit n'existe pas? Aucune LV ne permet de répondre à cette question. Seules les LS offrent cette possibilité. En effet, il n'y a pas de rupture de modalité de production entre l'oral et ce qui serait l'écrit de ces langues. Les deux modalités d'expression ont recours à la même modalité de production/réception : gestuo-visuelle. Un énoncé oral dans n'importe quelle LS est produit avec des gestes et sa réception par la vision. N'importe quelle production écrite se fait avec des gestes et est lue visuellement. Les conséquences de ce partage de modalités sont nombreuses. Cela déplace les frontières que nos écritures de LV ont établies entre sémiose et production pour l'oral et l'écrit.

2.3. *Partage des modalités entre écriture et oral des LS, horizon d'une oralité transcrite en actes*

La rupture originelle de modalité de production entre oral et écrit et par là même, son arbitrarité formelle semble avoir élargi le fossé puis, peut-être, séparé l'oral de l'écrit au point que certains auteurs insistent sur la spécificité sémiotique de chacun (cf. Harris, 1993, dans sa dénonciation d'une optique dualiste; Derrida, 1967). En théorie, une écriture de LS utilise les modalités gestuo-visuelles, les mêmes que celles présentes à l'oral pour ces types de langue. Pourtant cette potentialité inédite dans l'histoire des écritures ne suffit pas à conjoindre les deux modalités sémiotiques. Les systèmes de notation présentés plus haut (cf. § 1) échouent d'ailleurs à le faire. La rencontre sémiotique des modalités orale et écrite pour les LS dépend de la manière dont l'écriture utilisera le geste qui trace (cf. Fig. 3). Elle doit se rapprocher de la gestualité à l'œuvre pour l'oral (cf. Miletitch *et al.*, 2013; cf. § 2.4.).



Fig. 3. Photocaligraphies (photographies à long temps de pose) en LSF [LEGUME], [DISPARAITRE] et [BLANC]. Source : Miletitch *et al.*, 2013.

On distingue une gestualité praxique, d'une gestualité symbolique (Leroi-Gourhan, 1964). Au sein d'un domaine symbolique d'expression langagière, la gestualité peut être représentationnelle en dessinant, en modelant, en mettant en acte ou en imitant (pour plus de détails, cf. Müller, 2005, p. 268). La dimension praxique de la gestualité, c'est-à-dire la gestuelle qui sert à agir directement sur le monde, est donc convoquée dans trois (dessin, modelage, action) des quatre moyens de représentation, même si l'action sur le réel n'est tangible que de manière symbolique. Nonobstant sa part de simulacre, le recours massif à cette praxis montre le caractère actionnel de la gestualité symbolique. Au fond, les gestes langagiers, autrement dit les signes (des LS) n'exercent que peu de traces dans le réel, contrairement à la gestualité praxique qui fabrique, façonne, joue, dessine, sculpte, trace. Les signes des LS sont porteurs de sens par leur tracé, les signes écrits sont porteurs de sens avant tout par les traces qu'ils laissent. Cette distance doit être raccourcie. Selon quels principes la gestualité de l'oral rencontre-t-elle la gestualité de l'écrit ?

2.4. Analogies versus iconicité comme bâti glyphique

Les LS entretiennent un lien de motivation entre le référent et le signe dans une proportion bien plus importante que ne le font les LV. Celui-ci a été analysé comme une iconicité, au sens peircien (Peirce, 1931, p. 149), c'est en tout cas le constat fait par plusieurs linguistes de ces langues (Cuxac, 2000; Taub, 2001). La conception de l'iconicité vue comme une ressemblance essentiellement en termes d'image entre un référent (un objet, par exemple un marteau ou bien un nuage) et le signe correspondant (simulacre d'un manche saisi par un poing refermé sur lui-même et un mouvement répété de martèlement devant le locuteur ou, pour le nuage, le déploiement d'une nébulosité contenue entre deux mains qui s'éloignent l'une de l'autre, situées audessus de la tête) est peut-être forgée par une image mentale (Fauconnier, 1984), conséquence ultime, presque *in abstracto*, d'une activité ou d'une forme. Pourtant la question de la manière dont ces formes sont forgées n'est absolument pas abordée (Perniss *et al.*, 2010). Cette conception de l'iconicité repose sur une vue *a posteriori*, en quelque sorte comme une résultante d'activité.

Disons-le, comme une image (nous suivons en cela les réserves sur la conception de ressemblance avec l'objet chez Pierce que Monneret, 2003, décrit bien).

Outre le fait qu'il semble pour le moins osé, d'un point de vue logique, de faire reposer un concept — imagique — sur sa propre assise, c'est-à-dire la ressemblance, l'iconicité d'image n'est simplement pas adaptée à notre objectif de bâtir une écriture sur des bases similaires de ce sur quoi sont fondées les LS. Elle ne va pas assez loin dans la décomposition du signe. L'iconicité d'image n'interroge pas la forme, elle la qualifie dans un rapport de ressemblance avec le référent (Polis, 2008). Adopter l'iconicité-image comme concept de formation des caractères reviendrait à trouver d'autres dérivés imagiques, scripturaux cette fois. Le dessin même stylisé d'un signe n'est pas loin, comme SW le fait (cf. § 1.3) ou bien le code Bliss.

D'un point de vue théorique l'iconicité renvoie à une ressemblance entre les éléments, autrement dit à une homothétie pour laquelle le passage d'un ensemble de référents vers un ensemble symbolique s'effectue selon un facteur unique. Nous avons vu que quatre modes de représentation gestuelle ont été identifiés par Müller (2005) (dessin, modelage, mise en acte, imitation) : un facteur unique ne peut donc pas répondre à l'ensemble. L'alternative à ce lien de motivation entre signe et référent se situe alors dans l'analogie conçue comme quatrième proportionnelle (Monneret, 2003, p. 319) ; par exemple dans les phrases suivantes : « La métaphore est à la linguistique ce que Magritte est à la peinture » ou bien « la LS est aux sourds ce que la langue française est au québécois ». Il s'agit moins de ressemblance que de similarité construite ou d'iconicité diagrammatique selon Pierce, en étendant la notion de rapport entre les parties d'un objet aux rapports entre les objets. Loin de l'homothétie, l'analogie est un homéomorphisme (analogie « caténaire » selon Harris, 1993, p. 129, transformations topologiques selon le Groupe μ , 1992, p. 163), c'est-à-dire une relation de voisinage entre au moins deux éléments d'un même ensemble dont l'application dans un autre ensemble répond à une bijection continue, c'est-à-dire qu'à chaque point du premier ensemble est associé un point du deuxième ensemble et réciproquement, d'une part, et, d'autre part, que le voisinage des points du premier ensemble rencontre un autre voisinage topologiquement équivalent dans le deuxième ensemble (cf. Fig. 4). La quatrième proportionnelle permet de mettre au jour le voisinage qui relie à la fois « la métaphore à la linguistique » et « Magritte à la peinture » sans en réduire la signification à une ressemblance unique et visuelle. Au contraire, le voisinage entre ces deux syntagmes fait appel à l'entendement pour trouver le ou les rapports existants. L'analogie nécessite une construction dans la mesure où il s'agit de trouver le quatrième terme de la proportion.

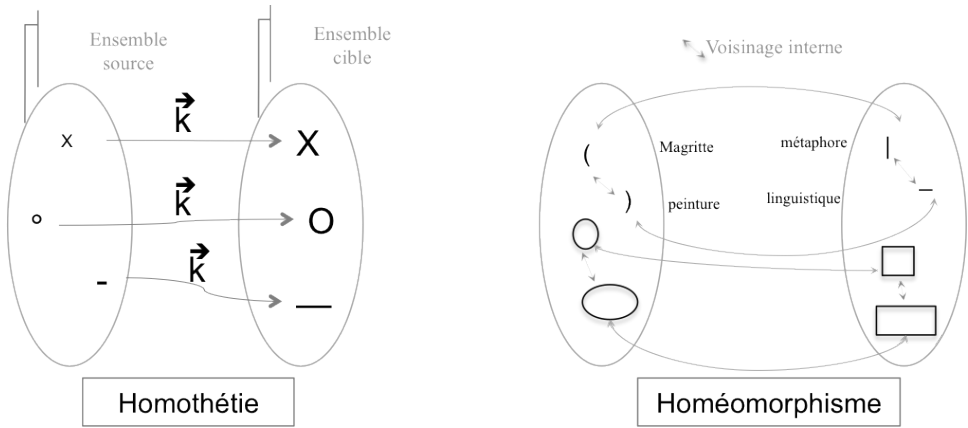


Fig. 4. Comparaison entre l'homothétie — du côté de l'iconicité d'image — et l'homéomorphisme redevable de l'analogie.

Appliqués à l'écriture des LS, les domaines analogiques peuvent être moteurs, tracés, dessinés ou bien captés. L'analogie peut être motrice dans la mesure où les articulateurs du membre supérieur en mouvement dans un signe peuvent être mis en correspondance avec les articulateurs mobilisés pour l'écriture. Plus concentrés sur la main et les doigts pour l'écriture, ces gestes présentent néanmoins une analogie potentielle avec ceux des LS. Les calligraphes parlent d'une activité interne (Mediavilla *et al.*, 1993) régulant les gestes externes du tracé. Ce faisant leurs descriptions phénoménologiques du geste témoignent de mouvements intérieurs (attentionnels et cognitifs) d'où surgit des analogies motrices. D'autre part, les nombreux accompagnements corporels (tête, buste, respiration) perceptibles dans le cours de l'action montrent un engagement moteur global.

Le deuxième type d'analogie relève de la trace, celle laissée dans l'espace par la main pour les signes et celle anamorphosée dans un plan 2D dans l'écriture. La trace peut être produite indépendamment de la mise en mouvement des articulateurs mobilisés dans le signe. La similitude concerne seulement la forme, celle déployée pour le signe et celle rendue, quels que soient la manière et son ordre de traçage, pour l'écriture. On s'affranchit ici de l'encours particulier du signe, puisque seule la trace laissée compte *in fine*.

Le troisième domaine d'analogie possible est le dessin. Les productions de SW répondent à cette analogie. Très efficace pour la lecture, les utilisateurs expriment une compréhension immédiate (Bianchini, 2012). La difficulté réside plutôt dans son écriture en raison d'une absence de règles de *ductus*. Le dessin ne fixant pas l'ordre des traits, l'écriture scripte a tendance à se déformer (cf. Fig. 2). Avec le dessin, on bascule complètement dans la vision, laissant de côté la gestualité². Le figement du signe sous forme d'image ne permet pas de saisir sa trajectoire.

2. Ce que Christin (1995) n'a pas suffisamment développé d'ailleurs, ainsi que Herrenschildt (2007) pour d'autres raisons.

Le quatrième type d'analogie requiert des moyens technologiques puisqu'il s'agit de capter directement ou indirectement la trajectoire des gestes, voire des mimiques. Les procédés photographiques sont nombreux et anciens (Marey & Demery, 1883; Muybridge, 1955; ou Bragaglia cf. Braun, 1996; photocalligraphie, Miletitch *et al.*, 2013; cf. Fig. 3). Plus récemment, la capture de mouvement à l'aide de capteurs internes au mouvement (centrale inertielle) donne la position, la vitesse ainsi que l'accélération selon trois axes (Benbasat & Paradiso, 2002; Yin *et al.*, 2014). D'autres procédés optotroniques avec ou sans capteur (Duarte & Gibet, 2010; Tyrone & Mauk, 2010; Oikonimidis *et al.*, 2011; Zafrulla *et al.*, 2011; Mihail *et al.*, 2012) permettent de suivre les traces de chaque capteur ou bien d'un squelette dans son ensemble.

Les limites des modes de construction d'analogie résident moins dans l'imagination que dans l'acceptabilité des sujets scripteurs/lecteurs, locuteurs de LS. Dans le cadre de l'écriture, l'analogie va plus loin que l'iconicité par sa créativité, l'iconicité ne serait que son précipité factuel et renverrait à une pictographie de la langue, voire du référent.

2.5. *Trace comme dépôt, tracé comme construction du sens*

L'écriture actuelle (manuscrite ou tapuscrite) consiste en une série de traces qui prennent sens quel que soit la modalité d'inscription. Les systèmes de caractères fonctionnent comme des modes d'actualisation du sens. Depuis la démocratisation des claviers, avec l'ordinateur notamment, on ne trace plus les caractères : on les convoque par touches frappées. Le tracé déjà largement laissé de côté depuis l'impression au plomb tend à n'être plus qu'un stade archaïque de l'écriture. L'écriture, en tant qu'instrument de communication tournée vers l'efficacité du traitement des informations, dirige notre regard sur la question de son automatiser *via* les technologies. L'évolution des formes et des techniques de l'écriture rend compte de cette volonté de faciliter toujours davantage son usage et son adoption. La révolution de l'imprimerie illustre bien ce mouvement d'automatisation à travers l'emploi d'une écriture préfabriquée (Noordzij, cité par Bil'ak, 2007) remplaçant le labeur du geste.

Pourtant l'écriture est avant toute chose l'inscription d'une forme graphématique en tant que plus petite unité d'un système d'écriture dans une forme glyphique particulière (représentation graphique d'un signe typographique). Cette forme glyphique comme trace est elle-même l'inscription d'un tracé particulier et par là ne peut se concevoir sans l'acte même de tracer : il faut bien qu'un tracé ait été produit pour forger la matrice dans laquelle le plomb est coulé pour un caractère mobile, tout comme il faut qu'un tracé ait été produit sous un logiciel de création de caractère pour être utilisé comme caractère dans une police.

Le tracé a subi une histoire mouvementée en 5 000 ans, en particulier sous l'effet des changements d'outils d'inscription (calame, burin stylet, plume, caractère mobile, stylo à plume, stylo bille, touches de clavier, etc.) Cette histoire des

techniques dessine une orientation générale qui réduit de plus en plus le tracé³. Désormais, la touche enfoncée ou touchée (tablettes) est autorisée dès l'école primaire dans un nombre croissant de systèmes éducatifs. Un fossé grandissant se creuse entre la trace et le tracé dans l'écriture.

À l'opposé, pour l'oral des LV dont l'histoire est autrement plus longue (Dediu & Levinson, 2013, font l'hypothèse d'une apparition entre 700 000 et 100 000 ans), le mode de production a très peu évolué. L'ensemble de l'appareil phonatoire ainsi que le corps en action dans les phénomènes de production langagière sont toujours utilisés dans nos échanges à l'oral, de manière inchangée depuis des dizaines de millénaires. Le lien qui perdure entre productions vocale (et co-verbale) et sens structurant le langage semble avoir été abandonné pour l'écrit dont le mode de production (touches enfoncées) désormais est séparé de la forme par laquelle elle s'écrit.

D'un côté, dans une histoire longue, les appareils de productions et de réception (phonatoires, gestuels [co-verbal] d'un côté, et acoustique et visuel, de l'autre), supports de l'oral, continuent à être couplés au sens, de l'autre, pour l'écriture, et dans un temps court, l'appareil graphomoteur est réduit désormais à un mouvement unique de simple percussion digitale. Le sens charrié par le mode de production en est évidemment affecté.

2.6. *Reflux de ce qui donne sens, remontée sur l'acte d'écrire*

Ce lien entre modalités voco-acoustique et son acception sémiotique de l'oral demeure relativement inchangé pour les LV depuis leur apparition. Pour les LS, les modalités gestuo-visuelle et orale, dans une histoire institutionnelle bien plus récente, marque également ce liage fort. Pour l'écriture potentielle des LS, quel modèle doit-on suivre : celui à l'œuvre pour l'écriture des LV de distanciation entre modalité de production/réception et sémiotique de l'écrit, ou bien le lien conservé à l'oral entre les modalités de production voco-acoustique et sémiotique de l'oral ? Le modèle informatique d'écriture utilisé par exemple dans le système de notation HamNoSys (cf. § 1.2) constitue un exemple à suivre ? Notre choix est clairement celui du liage des deux modalités. Premièrement parce que les modalités de production — gestuo-visuelle — sont communes à l'oral et à l'écrit des LS ; deuxièmement, parce que la dissociation entre trace et tracé pour les écritures des LV est très récente au regard de l'histoire des écritures (les 40 dernières années sur leurs 5 000 ans d'existence). *A contrario*, cette dissociation est potentiellement source d'autres réinvestissements gestuels. Désormais, le geste de tracé n'a plus à être homologué de la trace laissée.

Qu'il soit moteur, tracé, dessiné ou capté, le choix théorique que nous faisons donne un sens inédit au tracé à cause de la modalité de production commune

3. La bille — avant-dernier outil d'écriture — ne présente plus qu'un point qui étire forme une ligne, sans graisse (caractère mobile), ni pleins ou déliés (plume), sans profondeur (calame, burin). La touche de clavier ne convoque plus de tracé.

qui devrait faire circuler une partie de la sémiose relevant de l'oral dans l'écrit. Faire dépendre la forme glyphique de l'oral en fonction d'analogies réinscrit l'acte d'écrire dans une énonciation (Varela *et al.*, 1991). Il s'agit de remonter de la trace comme simple dépôt pour la lecture, vers le tracé : du résultat figé (le glyphe) à ce qui le constitue (le tracé). Le fait d'écrire les LS peut reposer sur le bâti de *plusieurs* analogies pour chaque signe. Il nous semble essentiel de redonner du sens au geste qui trace.

3. Bouclage sur des théories sur l'écriture : ce qu'apporte une écriture des LS

À travers l'analyse sémiotique des systèmes d'écriture et de notation existants, nous avons pu voir que deux grands principes ont émergé à partir de besoins très différents : logographique dans le cas de la communication et phonographique dans celui de l'analyse linguistique.

D'un côté, des systèmes graphiques tournés vers la sauvegarde/transmission et l'apprentissage se caractérisent par une approche logographique (SW) qui s'attache à représenter les unités porteuses de sens dans la langue (pour une revue documentée des essais d'écriture des LS depuis le XIX^e siècle, cf. Déléage, 2013). Ils s'appuient essentiellement sur la modalité visuelle et trouvent leurs origines dans le potentiel figuratif de la langue elle-même. L'histoire de l'enseignement des LS témoigne très tôt de cette tendance visuelle permettant de situer la représentation des LS dans des référentiels corporels et spatiaux révélateurs pour le lecteur. Les images figuratives employées dans les nombreux dictionnaires bilingues (Pélessier, 1856; Lambert, 1865; Oléron, 1974; pour des analyses cf. Bonnal, 2005; Delaporte, 2008, mais aussi Mallery, 1881) ne nécessitent pas de connaître la langue au préalable. La méthode employée est un décalque dessiné (ou photographié) d'une situation de production orale du signe LS pris en vis-à-vis. Appelée « symmographie » par Rémi-Valade (1854), ce mode de dessin figuratif offre un grand nombre d'avantages du fait qu'il donne à voir immédiatement des rapports spatiaux déterminants dans la compréhension du signe. Les référentiels corporels (main, visage, posture), spatiaux (orientation, position) et gestuels (trajet, répétition...) sont ainsi communiqués de façon synthétique et quasi instantanée par une figuration fidèle d'une posture de référence (départ ou arrivée) annotée avec des tracés de direction codant le type et la trajectoire du mouvement. Loin d'être une écriture, l'efficacité et le succès de ce procédé soulignent pourtant une particularité de ces langues : la possibilité d'une translation des rapports topologiques et morphologiques des signes LS vers un espace graphique (cf. les travaux sur la photocalligraphie et l'émergence de stratégies graphiques chez le signeur/scripteur de Courville *et al.*, 2010).

De l'autre, les systèmes à vocation analytiques (NS, HamNoSys) ont abordé l'écriture sous l'angle d'une transcription visant à décrire objectivement la langue. Pour ce faire, ils emploient une approche phonographique qui s'attache

à représenter les unités distinctives minimales isolées par l'analyse linguistique. Tous ces types d'écritures analytiques ont en commun un espace de composition linéaire, typographiquement assujéti aux outils et aux usages des écritures des LV, permettant ainsi la manipulation et l'articulation aisées des informations écrites dans les deux langues. Cette linéarité très utile pour effectuer les opérations métalinguistiques de comparaison, organisation, présentation, décrites par Goody (1979), nécessite une décomposition radicale des morphèmes, unités sémantiques, des signes de LS afin d'aboutir à des composantes équivalentes de phonèmes, les kinèmes. Cette opération de structuration de la langue nécessite paradoxalement de déstructurer les dimensions sémiotiques du signe de LS qui sont soumises aux contraintes des technologies d'où partent et convergent les besoins d'analyse. Ces systèmes perdent ainsi de fait les rapports sémiotiques intrinsèquement offerts par les différents référentiels spatiaux et corporels du signe dans les LS. Pourtant, ce sont ces derniers qui dans la spontanéité des graphies inventées par les locuteurs (Boutet & Garcia, 2006) semblent favoriser l'émergence d'une forme d'écriture dotée d'un sens « propre » pour le signeur devenu scripteur.

À quoi peut correspondre ce sens « propre » qui semble pouvoir corroborer des formes explicites issues de l'activité scripturale du signeur ? L'existence d'une telle notion impliquerait d'une part, un rapport de co-constitution entre différentes composantes du vécu de ce dernier qui donnerait lieu à l'émergence une pensée incarnée, un sens du corps, et, d'autre part, une réinscription de cette cognition située dans l'espace scriptural selon des principes de lisibilité.

3.1. *Le sens du corps*

L'écriture, en tant que technique corporelle permettant d'étendre nos capacités cognitives et communicationnelles (Leroi-Gourhan, 1964), trouve un parallèle singulier dans la LS. Toutes deux s'appuient sur un profond sens du corps et de son activité pour tracer et situer dans l'espace des structures signifiantes en utilisant des mouvements de transferts morphocinétiques et topocinétiques : morphocinétique pour (re)produire des formes autonomes ayant leur propre schéma pour principe ; topocinétique pour relier des formes entre elles dans l'espace et le temps selon des rapports et des motifs (Paillard, 1974). Tracer, pour écrire, peut ainsi être compris comme la production de ces mouvements vis-à-vis de différents référentiels se situant le long d'un continuum corps, geste, signe.

Dans son ouvrage *Essai sur l'art chinois de l'écriture*, le sinologue Billeter (2010) fait appel au concept de sens du corps pour décrire ce processus de construction et de stabilisation des tracés dans les caractères chinois. Ces derniers sont agencés au sein d'un carré virtuel pour former des caractères (pictogramme, idéogramme, idéophonogramme) eux-mêmes recombinaibles sous forme de radicaux moyennant des aménagements de proportion, de position et de forme. Loin d'être un guide strict pour les tracés, cet espace de « construction sensible » permet au scripteur de porter son attention sur un équilibre formel en utilisant l'organisation, la continuité

et la dynamique de sa propre unité corporelle. L'auteur décrit ce processus chez le scripteur qui, pour réussir à « donner corps » à son caractère, fait appel au sens de son propre corps. Selon lui, ce n'est ni par l'observation des nombreuses règles, ni par l'analyse *a posteriori* des formes, mais c'est grâce à notre sens propre du corps que nous réussissons dans le cours du vécu à intégrer les différentes composantes formelles entre elles pour conférer au caractère sa cohérence interne et une unité propre.

Envisager ainsi l'expérience scripturale trouve un écho dans la théorie cognitive de l'énaction (Varela *et al.*, 1991) ou plus généralement des hypothèses portant sur la cognition incarnée. L'activité cognitive du scripteur ne pourrait se concevoir sans la dynamique de son couplage structurel avec son environnement. Elle consisterait ainsi également à produire et à retrouver dans son geste des rapports sensibles et révélateurs susceptibles de structurer l'écriture en tant qu'expérience pleinement inscrite dans les trois composantes indissociables du cours de l'action (Goujou *et al.*, 2003) :

1. Un engagement intentionnel immédiat qui se traduit par une focalisation de l'attention du pratiquant. Le niveau de conscience de cet engagement permet une verbalisation relativement spontanée d'objectifs.
2. Un monde spécifique qui surgit du fait du (et pendant le) déroulement de l'action. Il sert de référent subjectif au pratiquant. C'est le monde que l'action fait exister, que ce soit sur le mode visuel, auditif, ou encore kinesthésique. Les descriptions rassemblent des composantes opérationnelles locales plus fragmentées.
3. Une expérience sémiotique construite par le pratiquant qui lui permet de donner du sens à ce qui se présente. Cette expérience est conceptualisée par le pratiquant au cours des situations antérieures (Eco, 1997; Pastre, 1997). Ces données composent ainsi l'action du point de vue sémiotique, c'est-à-dire de ce qui fait signe à un pratiquant (Eco, 1997; Morand, 1997; Theureau, 1992). Le sujet émet des avis et des réflexions sur ce qu'il fait.

Le programme de recherche sur le cours d'action (Theureau, 1992 et 2004), ainsi que la méthode d'entretien d'explicitation (Vermersch, 1994) sont des techniques qui ont permis de mener des descriptions psycho-phénoménologiques de ce type d'expérience intuitive (ou d'activités tacites) chez des sportifs, des signeurs en LSF (thèse de Danet, en cours d'écriture), des calligraphes (thèse de Doan, en cours d'écriture). Les résultats nous amènent à poser, aux côtés de la raison graphique, la raison d'une activité située dans un corps d'où émerge un sens propre.

3.2. *Lisibilité*

Dans son article « Le traitement des informations spatiales » qui porte sur les principes de recueil d'information des organismes vivants, le neurophysiologiste Jacques Paillard nous offre une définition tout aussi inattendue que pertinente

de la lisibilité pour une écriture. Selon lui, les actions que nous menons intègrent une activité de recueil d'information (nourriture informationnelle) qui permet l'adaptation continue de celles-ci. Il décrit les conditions de constitution de l'information dans ces termes :

Il n'est pas d'information utilisable sans présence de structures ordonnées, détachables d'un milieu espace-temps où elles apparaîtront comme éléments singuliers discernables. Ce sont ces arrangements spatiaux ou temporels accessibles à l'organisme qui deviennent le support de ses aliments informationnels. Le statut de signifiant de ces stimulations ne peut être acquis qu'en vertu de la régularité, de la stabilité, de la reproductibilité de tels arrangements. (Paillard, 1974, p. 9.)

Ainsi, l'écriture, en tant que système graphique d'informations reposant sur l'usage de traces produites, ne peut prendre sens qu'à travers un même processus de discernement et d'organisation opéré par les modalités visuo-gestuelle et produisant de la régularité. De sa réflexion, nous pouvons dégager deux notions intéressantes pour notre problématique : celle de la distinctivité de l'information via la saillance formelle et celle de leur organisation régulière et stable dans l'espace et le temps. Nous retrouvons ici des constantes présentes dans tous systèmes d'écritures établies, qu'ils soient alphabétiques, syllabiques ou idéogrammatiques et qui définissent le principe de lisibilité (le couple *readability and legibility* en anglais rendant mieux les nuances du seul mot *lisibilité* utilisé en français, McMonnies, 1999) ; les registres de formes obéissent à des principes de proportion, orientation, rythme, modularité, répartition des vides. Les travaux portant sur les mécanismes de la lecture à un niveau neurologique (Dehaene, 2007) ont mis en évidence la faculté d'une région de notre cerveau (aire occipito-temporale ventrale gauche) à reconnaître des formes naturelles au travers de caractéristiques visuelles fondamentales constituées d'arrêtes et de jonctions. L'écriture dans ses différentes formes recyclerait cette spécialisation du cerveau permettant ainsi le traitement d'une information réduite à des principes de saillance et de régularité graphiques. Dans le cas des LS, la production de ces régularités consisterait à retrouver dans l'espace des possibles graphiques les référentiels stables de la langue grâce à des repères (les symétries corporelles, axes des déplacements et les cadrages attentionnels).

Loin de suivre le processus de genèse pictogrammatique et d'enrichissement phonétique des écritures de LV, les LS possèdent de fait un référentiel stable et régulier d'où et où se construit la langue : le corps propre et l'expérience vécue de la langue au travers de celui-ci. De ces réflexions, nous pouvons soutenir que les LS possèdent un espace logographique préexistant offrant une existence sémiologique aux référentiels corporels et visuels en usage dans ces langues. La rupture modale, et donc sémiotique, traditionnelle entre langue et écriture n'a pas lieu d'être si ce n'est que l'écriture reste définie par des conventions graphiques et nécessite pour cela un mouvement fécond de va-et-vient entre deux tendances des écritures logographiques modulaires, la décomposition graphique et l'évocation imagée du réel.

3.3. Modularité et généricité

En tant que code graphique conventionnel, l'écriture se caractérise par une généricité formelle reposant sur un bâti *modulaire*. L'histoire de l'invention de l'alphabet illustre ce processus de réduction et de simplification qui émerge, d'une part, des transformations sémiographiques issues de la généralisation du principe d'acrophonie au sein d'une culture et, d'autre part, des dynamiques assimilatrices résultantes des échanges culturels et commerciaux (Calvet, 1998; Herrenschildt, 2007). L'épuration graphique qui en découle, associé à la contrainte de la lisibilité, a permis à l'écriture d'évoluer vers des formes systématisées (Jackson, 1981). Cette approche permet de conférer à l'écriture cette autre qualité qui est la généricité. Dans le cas des LS, nous nous intéressons à la fonction symbolique inhérente à une telle démarche qui ne chercherait pas à représenter l'ensemble des dimensions formelles de la langue, mais à pointer vers une représentation symbolique au travers de système graphiques conceptualisées, rationalisées et génériques. Par générique, nous entendons un niveau de représentation relatif à une classe de données, par exemple la forme des doigts ou leur degré d'ouverture. Cette approche schématique constitue une figuration partielle, mais suffisante, voire nécessaire pour que les différentes composantes graphiques puissent résonner et raisonner au sein d'un espace graphique profondément modulaire et hiérarchisé (morphologie, position, proportions; cf. Fig. 5 et Fig. 6 pour quelques configurations de la main).

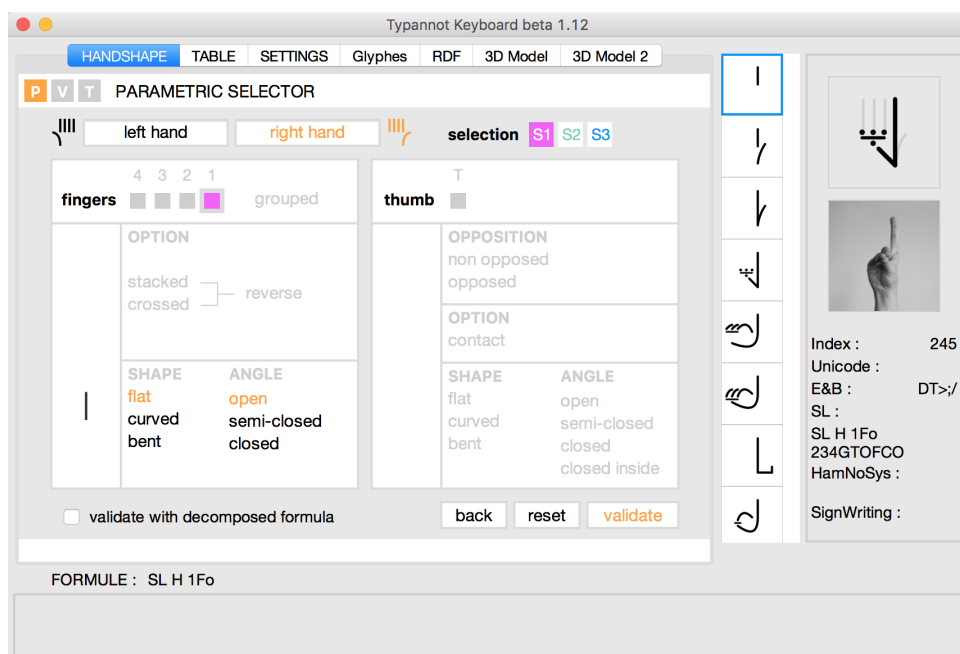


Fig. 5. Interface de saisie Typannot HANDSHAPE pour l'annotation des configurations.
© GestualScript.



Fig. 6. Glyphes Typannot de quelques configurations avec la saisie photographique correspondante.

La décomposition phonologique en traits offerts par l'analyse linguistique des LS et les technologies numériques nous permet d'envisager aujourd'hui de bâtir un système glyphique offrant deux modes de lecture simultanés : un mode phonographique privilégiant la fonction d'analyse, et un mode logographique privilégiant la lecture et la compréhension. Ces deux moyens permettent à la fois une grande modularité graphique susceptible de transcrire fidèlement l'ensemble de la langue, et également une généricité formelle essentielle à son déploiement comme dans le cas de SW ou du système Typannot (en cours de développement). Dans le cas de ce dernier nous exploitons des fonctionnalités de codage Opentype aujourd'hui universellement adopté par les différents environnements informatiques. Ce format permet de mettre en œuvre effectivement un affichage alternatif pour une suite prédéterminée de glyphes génériques. Concrètement, nous pouvons proposer à l'utilisateur de basculer d'une vue décomposée, aisément requêttable, constituée d'une suite phonographique (Fig. 7a), à une vue logographique (Fig. 7b) présentant un glyphe bâti sur des principes d'analogie susceptibles de favoriser sa compréhension.

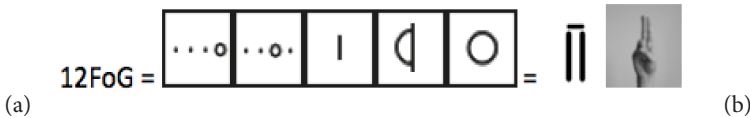


Fig. 7. Exemple de deux représentations glyphiques :
 (a) une suite de glyphes génériques à gauche et un glyphe composé à droite.
 (b) image de la configuration, donnée à titre indicatif.

4. Représentation du mouvement avec ses déterminants : Typannot (LOC INI et MOUV)

Sur les fondements développés dans cet article, les auteurs s'attellent à construire un système de notation (Typannot), prélude à un système de notation qui devrait s'approcher à terme d'une écriture. Ce système doit répondre à quatre critères : il doit être lisible, scriptible, requêttable et modulaire. Des formulations graphématique et glyphique complètes existent pour le paramètre de la configuration (pour plus de 230 configurations ; cf. quelques exemples Fig. 2, Fig. 3 et Boutet *et al.*, 2015), une formulation graphématique déjà constituée pour les paramètres de l'emplacement et du mouvement va servir de base au rendu graphique, enfin les gestes de bouches ont d'ores et déjà fait l'objet d'une recension sous forme de combinatoire. Les prin-

cipes graphématique pour l'emplacement (que nous appelons Localisation Initiale; dorénavant LOC INI) et le Mouvement (MOUV) sont exposés ici.

Nous présentons successivement un principe d'économie motrice qui, selon nous, régit l'effectuation de tout signe; principe sur lequel nous appuyons notre formule graphématique, puis les conséquences de ce modèle moteur sur la décomposition paramétrique des signes, en distinguant notamment la localisation initiale de l'ensemble des articulateurs manuels et le mouvement de ces articulateurs. En alternance, des pistes de formules graphiques sont évoquées, ainsi que les choix auxquels nous sommes confrontés.

4.1. Principe général d'économie motrice

L'ensemble des productions gestuelles des LS, ne dépendant pas d'interactions avec des objets, mais relèvent d'un contrôle moteur interne. Des programmes moteurs (Schmidt, 2003) définissent la « forme » de l'action engagée que des schémas viennent légèrement modifier pour s'ajuster à l'environnement. On a donc un modèle avec une économie motrice qui, en théorie, vient déposer un invariant actionnel dans un programme moteur. Les études de corpus menées sur trois LS (française, italienne et britannique, cf. Danet *et al.*, 2017) nous poussent à envisager l'hypothèse d'une complémentarité facilitante entre la posture de l'ensemble des articulateurs avant la mise en mouvement des signes et le mouvement lui-même. Autrement dit, la LOC INI de l'ensemble des articulateurs du membre supérieur participerait au programme moteur en réduisant le nombre de degrés de liberté (*ddl*) à mettre en mouvement. Un *ddl* est défini par un axe généralement situé à une articulation et autour duquel un segment tourne. La Flexion/Extension de l'avant-bras par exemple définit un *ddl* (cf. § 4.2.1.1 pour plus de détails). Cette hypothèse lie donc deux paramètres des LS : la LOC INI et le MOUV. Ces deux paramètres sont à considérer selon un cadre de référence par segment : un pour le bras, un autre pour l'avant-bras et un troisième pour la main. Ainsi en LSF, les signes [PREUVE], [RENDEZ-VOUS] et [AMANT] partagent une localisation commune (les trois) et, dans deux cas, un mouvement commun ([PREUVE] et [RENDEZ-VOUS]) (cf. Fig. 8).



Fig. 8. (a) [PREUVE] en LSF. La main en LOC INI est en légère extension. Le mouvement est totalement transféré sur l'avant-bras par une extension, également ;

(b) [RENDEZ-VOUS] en LSF. La position relative de la main est la même que dans le signe [PREUVE], l'avant-bras est moins fléchi ;

(c) [AMANT] en LSF. La main et l'avant-bras sont dans la même position initiale que dans [RENDEZ-VOUS]. Le mouvement affecte d'abord la main qui subit une rotation, puis on assiste à une extension de l'avant-bras.

Source : Corpus LS-Colin (AA.VV., 2002).

Si le résultat des mouvements semble complexe à réaliser, en se plaçant au niveau des *ddl*, le geste dans sa phase de mouvement correspond au mouvement d'un ou de deux *ddl* sur un segment qui initie l'ensemble des mouvements des segments qui bougent. Ainsi pour le signe [PREUVE], l'extension de la main droite est totalement transférée sur l'avant-bras où elle donne lieu à une extension. Il en va de même pour le mouvement du signe [RENDEZ-VOUS]. Le mouvement — en l'occurrence le transfert du mouvement — d'un seul *ddl* sur la main donne lieu au mouvement d'un *ddl* sur l'avant-bras parce que la LOC INI des segments anticipe le déroulé du mouvement. Pour le signe [AMANT], on a deux mouvements consécutifs de la main, l'un effectif — la main subit une rotation de 180° —, l'autre d'extension est totalement transféré sur l'avant-bras.

Ce modèle qui relie les articulateurs entre eux dans une grande économie motrice constitue la base de la formulation graphématique des paramètres LOC INI et du MOUV. Nous exposons successivement les formules graphématiques de ces deux paramètres.

4.2. Liens entre certains paramètres manuels des LS : LOC INI, orientation et MOUV

4.2.1. Localisation initiale

Principes — La LOC INI donne la posture des bras, des avant-bras et des mains avant que les mouvements n’affectent tout ou partie du membre supérieur dans chaque signe. Ces postures s’inscrivent dans une distribution des *ddl* de chaque segment fixée d’avance selon des amplitudes réparties. Sans rentrer dans le détail, on distingue pour le bras 2 *ddl* (Abduction/Adduction, Flexion/Extension), pour l’avant-bras 2 *ddl* (Rotation intérieure/Rotation extérieure, Flexion/Extension) et 3 *ddl* pour la main (Abduction/Adduction, Flexion/Extension et Pronation/Supination) (cf. Boutet, 2001 et 2008).

Formules graphématiques — La formule graphématique de la LOC INI est une composition des amplitudes possibles dans les LS des *ddl* des trois segments. Pour le bras, quatre positions d’Abd sont possibles (Abd3, Abd2, Abd1, Abd0 et Add1 ; position dans un plan frontal, cf. Fig. 8c). La position Add1 place le bras en avant du buste dans un plan parallèle au plan frontal et ne peut donc pas être associée à une Flex0 (en grisé dans la Fig. 9, placement du bras à l’aplomb de l’épaule dans un plan sagittal). La Flex2 place le bras devant quasi à l’horizontal. Une position d’Add1 n’apparaît pas, associée à cette Flex2 (en grisé), tout comme une position où le bras est en arrière, soit en Ext1 (en grisé également).

Bras	ArmAbd3	ArmeAbd2	ArmAbd1	ArmAbd0	ArmAdd1
ArmFlex2	ArmAbd3 ArmFlex2	ArmAbd2 ArmFlex2	ArmAbd1 ArmFlex2	ArmAbd0 ArmFlex2	[ArmAdd1 ArmFlex2]
ArmFlex1	ArmAbd3 ArmFlex1	ArmAbd2 ArmFlex1	ArmAbd1 ArmFlex1	ArmAbd0 ArmFlex1	ArmAdd1 ArmFlex1
ArmFlex0	ArmAbd3 ArmFlex0	ArmAbd2 ArmFlex0	ArmAbd1 ArmFlex0	ArmAbd0 ArmFlex0	[ArmAdd1 ArmFlex0]
ArmExten1	ArmAbd3 ArmExten1	ArmAbd2 ArmExten1	ArmAbd1 ArmExten1	ArmAbd0 ArmExten1	ArmAdd1 ArmExten1]

Fig. 9. Combinatoire des amplitudes des deux degrés de liberté du bras distincts possibles et impossibles (en grisé).

Dix-sept positions de LOC INI sont avérées pour le bras. Une étude sur corpus permettra de déterminer si l’utilisation d’un ou de deux diacritiques démultipliant le nombre de positions est nécessaire. Ces positions du bras se composent avec celles de l’avant-bras et de la main.

Les LOC INI de l’avant-bras présentent 18 possibilités détaillées dans la Fig. 10. La position Flex0 correspond à une flexion de 90° de l’avant-bras par rapport au

bras. La position Rint0 voit l'avant-bras pointer en avant lorsque le bras est le long du corps. Ainsi la position Flex0 Rint0 correspond à la fin du signe [RENDEZ-VOUS] ou [AMANT] (Fig. 8b et 8c). L'Exten2 voit donc l'avant-bras être dans l'alignement du bras. L'ensemble des positions possibles est couverte, ici encore des études sur corpus permettront de mesurer la nécessité d'utilisation d'un diacritique dans le système graphique.

Avant-bras	ForRint2	ForRint1	ForRint0	ForRext1
ForFlex2	[ForRint2 ForFlex2]	ForRint1 ForFlex2	ForRint0 ForFlex2	ForRext1 ForFlex2
ForFlex1	ForRint2 ForFlex1	ForRint1 ForFlex1	ForRint0 ForFlex1	ForRext1 ForFlex1
ForFlex0	ForRint2 ForFlex0	ForRint1 ForFlex0	ForRint0 ForFlex0	ForRext1 ForFlex0
ForExten1	ForRint2 ForExten1	ForRint1 ForExten1	ForRint0 ForExten1	ForRext1 ForExten1
ForExten2	[For Rint2 For Exten2]	ForRint1 ForExten2	ForRint0 ForExten2	ForRext1 ForExten2

Fig. 10. Combinatoire des amplitudes des deux degrés de liberté de l'avant-bras distincts possibles et improbables (en grisé).

Le nombre de compositions réalisées pour les 3 *ddl* de la main atteint 65 LOC INI différentes. La composition des trois segments une fois combinés est considérable puisqu'elle décline 19 890 possibilités.

Formules graphiques — Avec un tel nombre, il semble illusoire de vouloir dessiner autant de caractères. Une approche purement visuelle rendant compte de la morphologie des trois segments dans l'espace pose des difficultés certaines tant d'un point de vue de la production que de la perception des variances graphiques à l'échelle typographique ou scripturale. Toutefois, une base morphologique est adoptée; elle est redoublée pour les trois *ddl* de la main d'une représentation dessinée symbolique. Le fait même qu'il s'agisse d'une série de positions interdit de recourir à une analogie motrice pour le tracé des glyphes. La manière dont les segments atteignent leur emplacement dans la LOC INI n'est pas envisagée dans la formule graphématique, laissant ouverts les chemins moteurs pour y arriver. Les domaines analogiques visuels, dessinés, tracés et par captation restent accessibles. La formule graphématique stabilisée ouvrant sur les caractères, les analogies peuvent être déclinées par les systèmes graphiques.

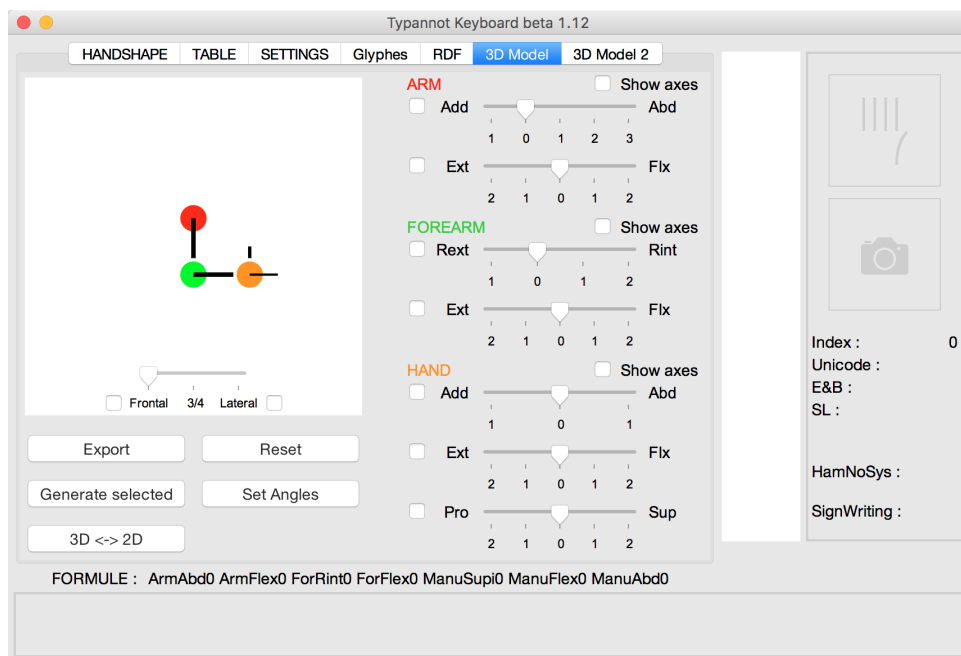


Fig. 11. Interface pour générer graphiquement les différentes combinaisons de LOC INI.

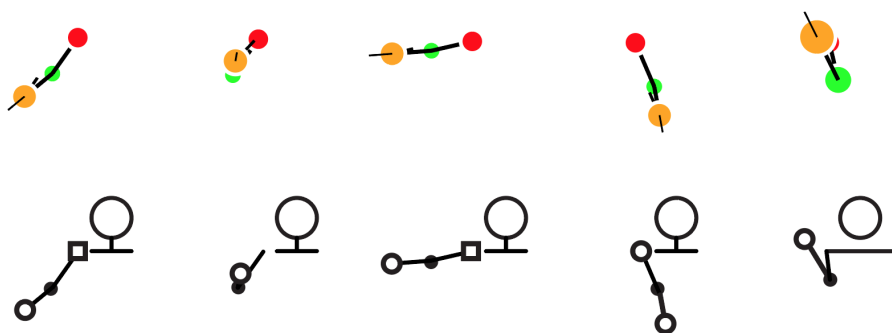


Fig. 12. Recherche de formalisme pour les glyphes composés de la formule LOC INI.

4.2.2. Mouvement

Principes de déconstruction — Le mouvement (MOUV) reste le paramètre le moins exploré des études sur les LS et sans doute l'un des plus pertinents pour répondre aux questions posées par les recherches linguistiques actuelles (Goldin-Meadow & Brentari, 2015). La complexité de ce paramètre est telle que de multiples réductions ont été faites pour le saisir (Sandler, 1989; Brentari, 1998; Johnson & Liddell, 2011). La totalité des systèmes de description phonologiques adopte un cadre de

référence égocentré, comme on l'a vu (cf. §1). L'essentiel des descriptions restreint le mouvement au segment distal, c'est-à-dire la main, dépositaire des mouvements, sans qu'elle en soit toujours à l'origine. On a vu avec les exemples de signes précédents qu'un segment à l'origine d'un mouvement pouvait transférer son déplacement propre à un autre segment. Le nombre et la détermination des segments mis en mouvement ne sont en général pas retenus. C'est le cas de l'ensemble des systèmes de notation qui a été présenté dans le § 1.

Au contraire, nous pensons nécessaire de présenter l'ensemble des MOUV réels ou transférés, ceux à l'origine d'un déplacement d'un ou de plusieurs segments, de présenter les segments affectés par le MOUV ainsi que le flux de propagation du MOUV. Ces éléments sont regroupés au sein du cadre du MOUV.

Le ou les *ddl* affectés par le MOUV permettent de retrouver le segment sur lequel qui impulse le mouvement général présent dans le signe. Chaque MOUV s'inscrit dans un répertoire de formes et selon un transfert du MOUV sur un autre segment.

La dynamique concerne la temporalité et la qualité des MOUV. Après avoir décrit le déroulement du MOUV sur le membre supérieur (le cadre) puis l'impulsion et l'amplitude des mouvements eux-mêmes, cette catégorie — la dynamique — décrit le MOUV dans son déroulement même.

La dernière catégorie que nous allons décrire plus en détail rassemble la répétition et la symétrie; elle replace le MOUV au sein des membres supérieurs.

Formules graphématiques — Le cadre du mouvement (MOUV) comporte trois catégories : le flux, la portée et l'emprise.

Le *flux* de propagation du MOUV le long du membre supérieur est donné par la détermination du premier segment en mouvement (en fait du ou des *ddl* du segment) qui organise le geste et le diffuse jusqu'au dernier segment. On distingue trois flux : proximal-distal, distal-proximal et indifférencié (Boutet *et al.* 2010). Les signes de la Fig. 13 présentent un flux proximal-distal, même s'il semble indifférencié pour le signe en Fig. 13b, parce que le MOUV n'affecte que le bras.

La *portée* (du transfert) est donnée par la distance entre le segment où le MOUV trouve son origine (*ddl* en fait) et le dernier segment à bouger en relation cinématique (cf. Fig. 13, rubrique MOUV).

L'*emprise* est étroitement liée à la portée. Si le MOUV affecte un seul segment alors l'emprise est de 1. Pour une origine à l'épaule et une portée courant jusqu'à la main, on peut avoir une emprise de 2 : seule la main est touchée par un MOUV (en plus du bras) ou bien une emprise égale à 3 : le bras, l'avant-bras et la main sont en mouvement en lien entre eux (Fig. 13a, emprise de 3 et Fig. 13b, emprise de 1).

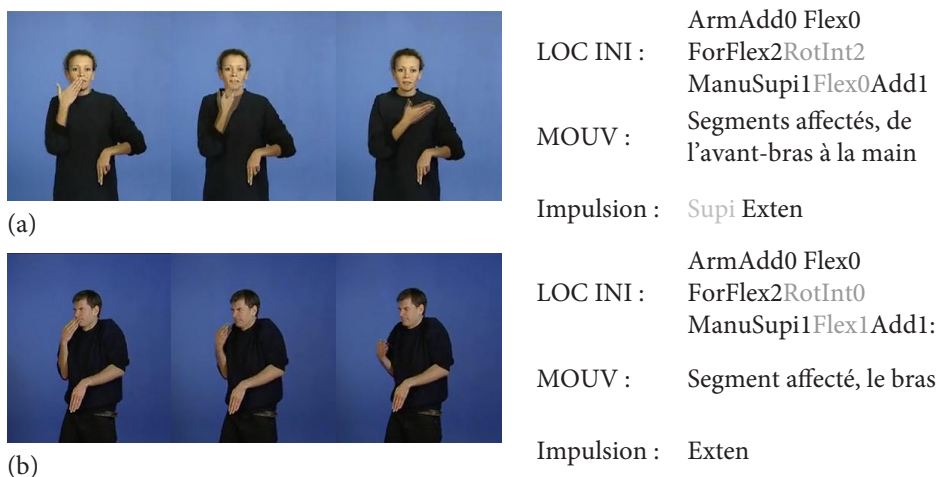


Fig. 13. Deux réalisations du signe pour [MERC] en LSF. Source : Corpus LS-Colin (AA.VV., 2002).

En outre, l'aspect général de la trajectoire est déclinable en formes simples : droite, arc, ellipse et complexe (Lefebvre-Albaret, 2010, p. 137). Les trajectoires des signes en Fig. 13 sont des arcs. Ces éléments sont combinables. Le transfert de MOUV d'un segment à l'autre recouvre trois réalités, le transfert peut être total (cf. Fig. 8 à l'exception de la rotation de la main en Fig. 8c), partiel (c'est le cas du signe [MERC] de la Fig. 13a pour lequel le mouvement est partiellement transféré sur la main), le troisième terme — pas de transfert — n'a pas lieu d'être (Fig. 13b), car la portée le renseigne. L'impulsion décline le ou les pôles des *ddl* en mouvement. Elle permet de connaître la direction précise du déploiement du signe, étant donné la LOC INI, le cadre du MOUV, sa trajectoire et finalement son amplitude exprimée selon les mêmes gradations que celles de la LOC INI.

La *dynamique* comprend la temporalité interne des MOUV, c'est-à-dire l'ordre et le décalage éventuel dans lesquels les MOUV opèrent l'un par rapport à l'autre (Fig. 8c : Rot puis Ext), la durée plus ou moins prolongée ou écourtée du MOUV et le type de MOUV, balistique ou antagoniste (Johnson & Liddell 2010; Sandler 2012).

Enfin, le MOUV des signes est souvent réitéré. Lorsque les signes sont bimanuels et symétriques, plusieurs types de symétrie régissent la distribution du MOUV sur les deux mains : plane, plane alternée ou ponctuelle. Les autres cas bimanuels sont à décrire pour chacune des mains (Battison, 1974).

Formules glyphiques — Les formules glyphiques ne sont pas encore fixées, seul le cadre graphématique l'est. *A priori*, une grande liberté glyphique existe encore à ce stade, tant dans la représentation (trace) que dans l'acte même d'écrire, étant donné la dissociation entre ces deux réalités que l'informatique offre désormais. La reconfiguration graphique de catégories ou de sous-catégories séparées de manière

graphématique est tout à fait possible et sans doute souhaitable afin d'intégrer les nombreuses informations inhérentes à ces catégories présentes dans le mouvement et, y compris, en raison du lien de dépendance entre LOC INI et MOUV que nous avons inscrit au sein de la formulation en graphème et qui nous semble être au cœur de la constitution des signes.

La représentation glyphique ouverte sur plusieurs domaines analogiques est patente pour le mouvement — moteur, tracé, dessiné, visuel, capté. Le cadre de référence adopté dont on a vu le caractère multiple (autant que de *ddl* par segment) accroît également les possibilités de représentation parmi les domaines analogiques entre les segments par exemple et les possibilités de saisie des caractères au clavier. La liberté glyphique étant très grande, il paraît hors d'atteinte de proposer un ou plusieurs systèmes glyphiques complets pour tous les domaines. Une démarche rationnelle susceptible d'aboutir à une écriture des LS nécessite donc de faire des choix.

Un premier niveau de décision repose sur l'association ou la dissociation entre la représentation sous forme de trace et le tracé effectif dans l'écriture. Doit-on choisir de conjointre dans une même forme tracé et trace laissée ? Les technologies de captation du mouvement avec ou sans capteur constituent déjà des interfaces de saisie et donc de tracé (Wu *et al.*, 2014; Oikonomidis *et al.*, 2011; Duarte & Gibet 2010) laissant ouvert le mode de représentation (Fig. 14).

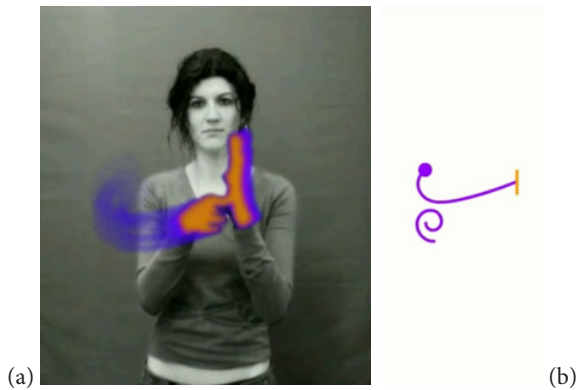


Fig. 14. Notation du signe [ÊTRE EN FORME]: (a) capture du tracé rendu visible; (b) sa représentation graphique.

Le deuxième choix concerne la représentation du lien que nous souhaitons établir formellement entre LOC INI et le MOUV. Doit-il reposer sur une continuité formelle telle que la LOC INI constituerait une base sur laquelle des représentations du mouvement viendraient s'adjoindre ? Et pour quelle(s) catégorie(s) du mouvement ? Ou bien distincts l'un de l'autre jusque dans leurs formes propres marquant ainsi une séparation nette entre ces deux moments des signes, les glyphes de la LOC INI et du mouvement pourraient répondre à des domaines analogiques différents ?

Le troisième niveau de décision relève précisément du domaine analogique choisi selon la catégorie. Pour la LOC INI, catégorie posturale, on l'a vu, l'analogie motrice n'est pas adaptée. Certaines sous-catégories du mouvement comme la portée et l'emprise n'appellent pas non plus ce type d'analogie. Le quatrième et dernier niveau relève des formes graphiques adoptables selon qu'on suit une démarche de compilation systématique des composantes entre elles, ou qu'un travail de design vient réinterpréter *a posteriori* la configuration visuelle du signe.

Conclusion

Les écritures existantes des LS ne dérogent pas à la bipartition logographique et phonographique des écritures des LV. L'influence des écritures des LV est évidemment à l'œuvre. Toutefois, le partage inédit des modalités gestuo-visuelle entre l'oral des LS et leurs écritures permet de dépasser cette dichotomie. Premièrement, en l'absence de rupture de modalités de production, l'arbitraire formel entre oral et écrit n'a plus lieu d'être, ouvrant les formes graphiques de l'écrit vers un rapprochement avec les formes gestuo-visuelles de l'oral. Deuxièmement, en s'appuyant sur les modes de représentation en LS, la gestuelle praxique exerce une influence majoritaire selon plusieurs dimensions (*dessin, modelage, mise en acte, imitation*) pour lesquelles des simulacres sont mis en œuvre en permanence dans les LS. Cette influence praxique durable structure les modalités de production gestuo-visuelle tout autant que la modalité orale des LS. Le tracé comme-encours du geste et en tant que praxis manipulatoire *mise en acte* ou descriptive de la forme par *modelage*, en tant que trajectoire *dessinée* ou en tant qu'action *imitée* prévaut de toute façon sur la trace laissée sur le papier par le geste. Troisièmement, parmi les analogies qui peuvent être convoquées entre l'oral des LS et leur écriture, trois des quatre domaines (moteurs, de tracé et de captation) recourent au tracé, seul le quatrième (visuel) fait cas uniquement de la trace laissée. Ces arguments concourent tous à un cheminement vers une écriture logographique puisque la trace écrite (y compris phonographique) compose une forme globale analogue du geste qui fait sens. La lecture « à haut signe » (comme « à haute voix ») recrée le signe dans le corps. La lecture instancie l'expérience sensible du geste qui prend sens.

Pour le système de notation Typannot, la première étape s'inscrit dans une approche phonographique séparant les paramètres dégagés par la phonologie des LS pour des raisons méthodologiques. À chacun de ces paramètres, la mise en place d'une formulation graphématique précède la création des glyphes. L'expérience pour les configurations nous montre qu'il y a une influence mutuelle dans la phase de construction, comme une tension entre ces deux origines possibles de l'écriture, entre langage et graphie. Gageons qu'après la composition des glyphes paramétriques entre eux et notamment grâce à la dépendance entre mouvement et localisation initiale du signe, une lecture holistique lie les composantes formelles entre elles dépassant ainsi la seule juxtaposition phonémique ou syllabaire pour

atteindre le niveau du signe. L'ensemble de ces expériences nous pousse à reconsidérer le geste spécialisé qu'est l'écriture pour la LS et à lui conférer une structure radicalement innovante à travers une suite de systèmes intégrés où les composants graphiques peuvent se coordonner par la voie de multiples analogies reproduisant les rapports topologiques et morphologiques de la langue. Dans le cas des LS, l'hybridation phonographique et logographique couplée à la modalité visuo-gestuelle de la langue ouvre un champ de réflexion sémiotique inédit dans le paysage des systèmes de notation du geste.

Références bibliographiques

- AA.VV. (2002), *Corpus LS-Colin sur plusieurs genres discursifs*, Collection « Corpus de la parole », http://purl.org/poi/crdo.vjf.cnrs.fr/crdo-FSL-CUC023_SOUND.
- ALBERTI, Leon Battista (1435), *De pictura*; tr. fr. par SCHEFER Jean-Louis, *De la peinture*, Paris, Macula-Dédale, 1992.
- ANIS, Jacques (1983), « Pour une graphématique autonome », *Langue française*, 59, pp. 31-44.
- BATTISON, Robbin (1974), « Phonological Deletion in American Sign Language », *Sign Language Studies*, 5(1), pp. 1-19.
- BENBASAT, Ari Y. & PARADISO, Joseph A. (2002), « An Inertial Measurement Framework for Gesture Recognition and Applications », in EFTHIMIOU, KOUROUPETROGLOU & STAVROULA-EVITA (éds), *Gesture and Sign Language in Human Computer Interaction*, Berlin, Springer, pp. 9-20. Doi:10.1007/3-540-47873-6_2
- BIANCHINI, Claudia S. (2012), *Analyse métalinguistique de l'émergence d'un système d'écriture des Langues des Signes : Signwriting et son application à la Langue des Signes Italienne (LIS)*, Thèse de doctorat, Université Paris 8 et Università di Perugia.
- BIL'AK, Peter (2007), *What Is Typography* [first published in Swedish in CAP & Design]. <http://www.scottefranson.com/blogs/fall2011/group2/wp-content/uploads/2011/11/layouts.pdf>.
- BILLETER, Jean-François (2010), *Essai sur l'art chinois de l'écriture et ses fondements*, Paris, Allia.
- BONNAL, Françoise (2005), *Sémiogénèse de la langue des signes française : étude critique des signes de la langue des signes française attestés sur support papier depuis le XVIII^e siècle et nouvelles perspectives de dictionnaires*, Thèse de doctorat, Université de Toulouse-Le Mirail, Toulouse.
- BOUTET, Dominique (2001), *Approche morphodynamique du sens dans la gestuelle conversationnelle*, Thèse de doctorat, Université de Paris 8, Paris.
- (2008), « Une morphologie de la gestualité : structuration articulaire », *Cahiers de linguistique analogique*, 5, pp. 80-115.

- BOUTET, Dominique, DANET, Claire, BIANCHINI, Claudia S., RÉBULARD, Morgane & GOGUELY, Timothée (2015), « Annotating Sign Language Using a Dedicated Glyph System (the Project Typannot) ». Présenté à ICSLA 2015 (1-3/07/2015), Amsterdam.
- BOUTET, Dominique & GARCIA, Brigitte (2006), « Finalités et enjeux linguistiques d'une formalisation graphique de la langue des signes française (LSF) », *Glottopol*, 7, pp. 32-52.
- BOUTET, Dominique, SALLANDRE, MarieAnne & FUSELLIER-SOUZA, Ivani (2010), « Gestualité humaine et langues des signes : entre continuum et variations », *Langage et Société*, 131(1), pp. 55-74. Doi:10.3917/l.s.131.0055.
- BOYES-BRAEM, Penny & SUTTON-SPENCE, Rachel (éds, 2001), *The Hands Are the Head of the Mouth: The Mouth as Articulator in Sign Languages*, Seedorf, Signum Verlag.
- BRAUN, Marta (1996), « Fantasmés des vivants et des morts », *Études photographiques*, 1, pp. 40-55. <https://etudesphotographiques.revues.org/100?lang=en>.
- BRENTARI, Diane (1998), *A Prosodic Model of Sign Language Phonology*, Cambridge (MA), The MIT Press.
- BUTTERWORTH, George (2003), « Pointing Is the Royal Road to Language for Babies », in KITA (éd.), *Pointing, Where Language, Culture and Cognition Meet*, Mahwah (NJ), Lawrence Erlbaum Associates Publishers, pp. 9-33.
- CALVET, LouisJean (1998), *Histoire de l'écriture*, Paris, Hachette.
- CHRISTIN, Anne-Marie (1995), *L'Image écrite ou la déraison graphique*, Paris, Flammarion.
- CLARK, Eve V. & SENGUL, C.- J. (1978), « Strategies in the Acquisition of Deixis », *Journal of Child Language*, 5(03). Doi:10.1017/S0305000900002099.
- CRASBORN, Onno, VAN DER KOOIJ, Els, WATERS, Dafydd, WOLL, Bencie & MESCH, Johanna (2008), « Frequency Distribution and Spreading Behavior of Different Types of Mouth Actions in Three Sign Languages », *Sign Language & Linguistics*, 11(1), pp. 45-67.
- CUXAC, Christian (2000), *La Langue des signes française (LSF) : les voies de l'iconicité*, Paris-Gap, Ophrys.
- DANET, Claire (à paraître), *Gestualité pour la création scripturale : le cas des langues des signes*, Thèse de doctorat, Université de technologie de Compiègne.
- DANET, Claire, BOUTET, Dominique, BIANCHINI, Claudia S., CHÈVREFILS-DESBIOLLES, Léa, DOAN, Patrick, RÉBULARD, Morgane, GOGUELY, Timothée & CONTESSE, Adrien (2017), *Structural Correlation Between Location and Movement of Signs: Lacking Motion Economy for Cospeech Gestures?*, Poster présenté à Intl Conf. « Language as a Form of Action » (Roma, 21-23/06/2017). <http://www.dcomm.eu/events/conference-rome-june-2017/>.
- DE COURVILLE, Raphaël, RÉBULARD Morgane, DANET, Claire, DOAN, Patrick, MILETITCH, Roman & BOUTET, Dominique (2010), « Création d'un corpus de traces graphiques de la Langue des Signes françaises en vue de la constitution d'une écriture », *Cahiers de Praxématique*, 54-55, pp. 87-102.

- DEDIU, Dan & LEVINSON, Stephen C. (2013), « On the Antiquity of Language: The Reinterpretation of Neandertal Linguistic Capacities and Its Consequences », *Frontiers in Psychology*, 4 (#397), pp. 1-17. <http://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00397>.
- DEHAENE, Stanislas (2007), *Les Neurones de la lecture*, Paris, Éd. Odile Jacob.
- DELAPORTE, Yves (2008), « Les apports de l'iconographie des signes des Frères de Saint-Gabriel (1853-1854) à l'histoire de la langue des signes française », *Patrimoine sourd*, 22, pp. 13-24.
- DÉLÉAGE, Pierre (2013), *Le Geste et l'Écriture : langue des signes, Amérindiens, logographies*, Paris, Armand Colin.
- DERRIDA, Jacques (1967), *De la grammatologie*, Paris, Éditions de Minuit.
- DOAN, Patrick (à paraître), *Parcours attentionnel chez le scripteur expert*, Thèse de doctorat, Université de technologie de Compiègne.
- DUARTE, Kyle & GIBET, Sylvie (2010), « Heterogeneous Data Sources for Signed Language Analysis and Synthesis: The SignCom Project », in CALZOLARI, CHOUKRI, MAEGAARD, MARIANI, ODIJK, PIPERIDIS & TAPIAS (éds), *Proceedings of the Seventh International Conference on Language Resources and Evaluation (LREC 2010)*, 2, pp. 1-8, Malte, European Language Resources Association. <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00503249>.
- ECO, Umberto (1997), *Kant et l'ornithorynque*, Paris, Grasset.
- FAUCONNIER, Gilles (1984), *Espaces mentaux*, Paris, Éditions de Minuit.
- FONTANA, Sabina (2008), « Mouth Actions as Gesture in Sign Language », *Gesture*, 8(1), pp. 104-123.
- GELB, Ignace J. (1992), *Pour une théorie de l'écriture*, Paris, Flammarion.
- GOLDIN-MEADOW, Susan & BRENTARI, Diane (2015), « Gesture, Sign and Language: The Coming of Age of Sign Language and Gesture Studies », *Behavioral and Brain Sciences*, 1, 1-82. Doi:10.1017/S0140525X15001247.
- GOODY, Jack (1979), *La Raison graphique : la domestication de la pensée sauvage*, Paris, Édition de Minuit.
- GOUJOU, Jean-Louis, VERMERSCH, Pierre & BOUTHIER, Daniel (2003), « Objectivation des actions athlétiques par entretien d'explicitation : étude de cas », *Staps*, # 62, pp. 59-73.
- GROUPE μ (ÉDELIN, Francis, KLINKENBERG, Jean-Marie & MINGUET, Philippe) (1992), *Traité du signe visuel : pour une rhétorique de l'image*, Paris, Éditions du Seuil.
- GUIDETTI, Michèle (2005), « Yes or No? How Young French Children Combine Gestures and Speech to Agree and Refuse », *Journal of Child Language*, 32(04), pp. 911-924. Doi: 10.1017/S0305000905007038.
- HARRIS, Roy (1993), *La Sémiologie de l'écriture*, Paris, CNRS.
- HERRENSCHMIDT, Clarisse (2007), *Les Trois Écritures : langue, nombre, code*, Paris, Gallimard.

- JACKSON, Donald (1981), *The Story of Writing*, New York NY, Calligraphy Centre.
- JOHNSON, Robert E. & LIDDELL, Scott K. (2010), « Toward a Phonetic Representation of Signs: Sequentiality and Contrast », *Sign Language Studies*, 11(2), pp. 241-274. Doi:10.1353/sls.2010.0008.
- (2011), « A Segmental Framework for Representing Signs Phonetically », *Sign Language Studies*, 11(3), pp. 408-463. Doi:10.1353/sls.2011.0002.
- KENDON, Adam (1988), « How Gestures Can Become Like Words », in POYATOS (éd.), *Crosscultural Perspective in Nonverbal Communication*, Toronto-Lewiston (NY), Hogrefe Publ., pp. 131-141.
- (2004), *Gesture: Visible Action as Utterance*, Cambridge, Cambridge University Press.
- KYLE, Jim G., & WOLL, Bencie (1988), *Sign Language: The Study of Deaf People and Their Language*, Cambridge University Press.
- LAMBERT, Louis-Marie (1865), *Le Langage de la physionomie et du geste mis à la portée de tous*, Paris, Lecoffre.
- LEFEBVRE-ALBARET, François (2010), *Traitement automatique de vidéos en LSF : modélisation et exploitation des contraintes phonologiques du mouvement*, Thèse de doctorat, Université Toulouse III-Paul Sabatier.
- LEROI-GOURHAN, André (1964), *Le Geste et la Parole : 1. Technique et langage*, Paris, A. Michel.
- LINELL, Per (2004), *The Written Language bias in Linguistics: Its Nature, Origins and Transformations*. London-New York NY, Routledge.
- MALLERY, Garrick (1881), *Sign Language among North American Indians*, republication, Mineola (NY), Dover Publications, 2010.
- MAREY, Étienne Jules, DEMERY, George (1883), *Études photographiques sur la locomotion de l'homme et des animaux*, Paris, Gauthier-Villars. <http://cnum.cnam.fr/CGI/redird.cgi?4B50>.
- McMONNIES, Charles W. (1999), « Chart Construction and Letter Legibility/readability », *Ophthalmic and Physiological Optics*, 19(6), pp. 498-506. Doi:10.1046/j.1475-1313.1999.00460.x
- McNEILL, David (1992), *Hand and Mind: What Gestures Reveal about Thought*, Chicago, University of Chicago Press.
- MEDIAVILLA, Claude (1993), *Calligraphie : du signe calligraphié à la peinture abstraite*, Arles, Actes Sud.
- MIHAIL, Radu P., JACOBS, Nathan & GOLDSMITH, Judy (2012), « Static Hand Gesture Recognition with 2 Kinect Sensors », in ARABNIA, DELIGIANNIDIS & SOLO (éds), *Proc. Intl Conf. on Image Processing, Computer Vision, and Pattern Recognition*, Las Vegas (NV), 16-19/07/2012, CSREA Press, pp. 911-917. <http://cs.engr.uky.edu/~jacobs/papers/mihail2012kinect.pdf>.

- MILETITCH, Roman, DANET, Claire, RÉBULARD, Morgane, DE COURVILLE, Raphaël, DOAN, Patrick & BOUTET, Dominique (2013), « Photocaligraphy: Writing Sign Language », in BOWEN, KEENE & NG (éds), *Electronic Visualisation in Arts and Culture*, London, Springer, pp. 167-180. doi:10.1007/978-1-4471-54068_12.
- MILLER, Chris (1998), *Notationists of the World, Unite!* Présenté à Intersign2, Leiden. <http://www.sign-lang.uni-hamburg.de/intersign/workshop2/miller/miller.html>.
- MONNERET, Philippe (2003), « Iconicité et analogie », *Cahiers de Linguistique Analogique*, 5(1), pp. 315-329.
- MORAND, Bernard (1997), « Le sens de la signification : pour une théorie a priori du signe », *Intellectica*, 25, pp. 229-279.
- MORLIGHEM, Sébastien (2014), *The 'Modern Face' in France and Great Britain, 1781-1825: Typography as an Ideal of Progress*, PhD dissertation, University of Reading.
- MUYBRIDGE, Eadweard (1955), *The Human Figure in Motion*, réimprimé en 2012, Mineola (NY), Dover Publications.
- MÜLLER, Cornelia (2005), « Gestures in Human and Nonhuman Primates: Why We Need a Comparative View », *Gesture*, 5(1-2), pp. 259-283.
- NOORDZIJ, Gerrit (1985), *De Streek : Theorie van het schrift*, Zaltbommel, Van de Garde ; tr. angl. par ENNESON, Peter, *The Stroke: Theory of Writing*, London, Hyphen Press, 2012.
- (2001), *De Handen van de zeven zusters*, Amsterdam, van Oorschot.
- OIKONOMIDIS, Iason, KYRIAZIS, Nikolaos & ARGYROS, Antonis A. (2011), « Efficient Modelbased 3D Tracking of Hand Articulations Using Kinect », in HOEY, MCKENNA & TRUCCO (éds), *Proc. British Machine Vision Conf.* (Dundee, 29/08-02/09/2011), BMVA Press, #101, pp. 1-11. http://www.ics.forth.gr/_publications/2011_09_bmvc_kinect_hand_tracking.pdf.
- OLÉRON, Pierre (1974), *Éléments de répertoire du langage gestuel des sourds-muets*, Paris, Éd. CNRS.
- PAILLARD, Jacques (1974), « Le Traitement des informations spatiales », in BRESSON, CHOMBART DE LAUWE, CULLEN, GUILBAUD, PAILLARD, DE RENZI & VURPILOT (éds), *De l'espace corporel à l'espace écologique*, Paris, PUF, pp. 7-54. <http://www.regispetit.fr/Paillard/115-espace-bruxelles-74.pdf>.
- (1990), « Les Bases nerveuses du contrôle visuo-manuel de l'écriture », in SIRAT, IRIGOIN & POULLE (éds), *Actes Coll. CNRS « L'écriture : le cerveau, l'œil et la main »*, Bibliologia, 10, Turnhout, Brepols Publisher.
- PANOFKY, Erwin (1927-1932), *Die Perspektive als symbolische Form*; tr. fr. BALLANGÉ, Guy, *La Perspective comme forme symbolique et autres essais*, Paris, Éditions de Minuit, 1975.
- (1945), *Albrecht Dürer*, Princeton, Princeton University Press.
- PASTRE, Pierre (1997), « Didactique professionnelle et développement », *Psychologie française*, 42, pp. 89-100.

- PEIRCE, Charles S. (1931), *Collected papers*; tr. fr. partielle par DELEDALLE Gérard, *Écrits sur le signe*, Paris, Éditions du Seuil, 1978.
- PÉLISSIER, Pierre (1856), *Iconographie des signes faisant partie de l'enseignement des sourds-muets*, Paris, Imprimerie Paul Dupont.
- PERNISS, Pamela, THOMPSON, Robin L. & VIGLIOCCO, Gabriella (2010), « Iconicity as a General Property of Language: Evidence from Spoken and Signed Languages », *Frontiers in Psychology*, 1, # 227, pp. 1-15. Doi:10.3389/fpsyg.2010.00227.
- POLIS, Stéphane (2008), « Langue et réalité : de l'usage de l'icongicité en linguistique », *MethIS : Méthodes et interdisciplinarité en Sciences Humaines*, 1, pp. 21-67.
- PRILLWITZ, Siegmund, LEVEN, Regina, ZIENERT, Heiko, HANKE, Thomas & HENNING, Jan (1989), *Hamburg Notation System for Sign Languages: An Introductory Guide*, Hamburg, Signum Press.
- RÉMI-VALADE, Yves L. (1854), *Études sur la lexicologie et la grammaire du langage naturel des signes*, republication, Whitefish (MT), Kessinger Publishing, 2010.
- SANDLER, Wendy (1989), *Phonological Representation of the Sign: Linearity and Nonlinearity in American Sign Language*, Publications in Language Sciences, 32, Dordrecht, de Gruyter Mouton.
- (2012), « The Phonological Organization of Sign Languages », *Language and Linguistics Compass*, 6(3), pp. 162-182. Doi:10.1002/lnc3.326.
- SAVOIE, Alice (2014), *International Crosscurrents in Typeface Design: France, Britain and the USA in the Phototypesetting Era*, PhD dissertation, University of Reading.
- SCHMIDT, Richard A. (2003), « Motor Schema Theory after 27 Years: Reflections and Implications for a New Theory », *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 74(4), pp. 366-375.
- SLOBIN, Dan I., HOITING, Nini, ANTHONY, Michelle, BIEDERMAN, Yael, KUNTZE, Marlon, LINDERT, Reyna, PYERS, Jennie, THUMANN, Helen & WEINBERG, A. (2001), « Sign Language Transcription at the Level of Meaning Components: The Berkeley Transcription System (BTS) », *Sign Language & Linguistics*, 4(12), pp. 63-104. Doi:10.1075/sll.4.12.07slo.
- STOKOЕ, William C. (1960), « Sign Language Structure: An Outline of the Visual Communication Systems of the American Deaf », republication, *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 10(1), pp. 3-37, 2005. Doi:10.1093/deafed/eni001.
- ([1965] 1976), *A Dictionary of American Sign Language on Linguistic Principles* (New ed.), Silver Spring (MD), Linstock Press.
- STUMPF, Marianne R. (2005), *Aprendizagem de escrita de língua de sinais pelo sistema SignWriting*. Dissertação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- SUTTON, Valerie (1995), *Lessons in Sign Writing*, La Jolla (CA), Deaf Action Committee for SignWriting.

- TAUB, Sarah F. (2001), *Language from the Body: Iconicity and Metaphor in American Sign Language*, Cambridge, Cambridge University Press.
- THEUREAU, Jacques (1992), *Le Cours d'action : analyse sémiologique. Essai d'une anthropologie cognitive située*, Berne, Peter Lang.
- (2004), *Cours d'action : méthode élémentaire* (édition remaniée de *Le Cours d'action : analyse sémio-logique. Essai d'une anthropologie cognitive située*), Toulouse, Octares Éd.
- THIBAudeau, Francis (1921), *La Lettre d'imprimerie : origine, développement, classification* (Vol. 1-2), Paris, Bureau de l'Édition.
- TYRONE, Martha E. & MAUK, Claude E. (2010), « Sign Lowering and Phonetic Reduction in American Sign Language », *Journal of Phonetics*, 38(2), pp. 317-328. Doi:10.1016/j.wocn.2010.02.003.
- VARELA, Francisco J., THOMPSON, Evan & ROSCH, Eleanor (1991), *The Embodied Mind: Cognitive Science and Human Experience*, tr. fr. HAVELANGE, Véronique, *L'Inscription corporelle de l'esprit : sciences cognitives et expérience humaine*, Paris, Le Seuil, 1996.
- VERMERSCH, Pierre (1994), *L'Entretien d'explicitation en formation continue et initiale*, Paris, ESF.
- VOLTERRA, Virginia (1987), *La Lingua Italiana dei Segni: la comunicazione visivo gestuale dei sordi*, Bologna, Il Mulino.
- WU, Jonathan, ISHWAR, Prakash & KONRAD, Janusz (2014), « Silhouettes versus skeletons in gesturebased authentication with Kinect », *Proceedings 11th IEEE International Conference on Advanced Video and Signal Based Surveillance (AVSS)*, pp. 99-106. Doi:10.1109/AVSS.2014.6918651.
- YIN, Liang, DONG, Mingzhi, DUAN, Ying, DENG, Weihong, ZHAO, Kaili & GUO, Jun (2014), « A Highperformance Trainingfree Approach for Hand Gesture Recognition with Accelerometer », *Multimedia Tools and Applications*, 72(1), pp. 1-22. Doi:10.1007/s11042-013-1368-1.
- ZAFRULLA, Zahor, BRASHEAR, Helene, STARNER, Thad, HAMILTON, Harley & PRESTI, Peter (2011), « American Sign Language Recognition with the Kinect », *Proc. 13th Intl Conf. on Multimodal Interfaces*, New York (NY), ACM Digital Library, pp. 279-286.

**Articles et chapitres d'ouvrages à propos de
l'approche physiologique**

Boutet, D. (2010). Structuration physiologique de la gestuelle : modèle et tests. *Lidil*, (42), 77-96.



Lidil

Revue de linguistique et de didactique des langues

42 | 2010

Multimodalité de la communication chez l'enfant

Structuration physiologique de la gestuelle : modèle et tests

Dominique Boutet



Édition électronique

URL : <http://lidil.revues.org/3070>

ISSN : 1960-6052

Éditeur

Ellug / Éditions littéraires et linguistiques
de l'université de Grenoble

Édition imprimée

Date de publication : 30 novembre 2010

Pagination : 77-96

ISBN : 978-2-84310-184-7

ISSN : 1146-6480

Référence électronique

Dominique Boutet, « Structuration physiologique de la gestuelle : modèle et tests », *Lidil* [En ligne],
42 | 2010, mis en ligne le 31 mai 2012, consulté le 02 octobre 2016. URL : <http://lidil.revues.org/3070>

Ce document est un fac-similé de l'édition imprimée.

© Lidil

Structuration physiologique de la gestuelle : modèle et tests

*Dominique Boutet**

RÉSUMÉ

La gestuelle coverbale est trop souvent associée à (contaminée par ?) la parole co-occurrence. Elle relève pourtant d'une modalité non linéaire. La compositionnalité possible de la gestuelle ouvre sur une voie d'expression multilinéaire du sens. En dehors des emblèmes, aucun inventaire lexical ne permet d'étudier les productions gestuelles. Une approche physiologique répond à ce préalable : inventorier pour éclairer la composition. Après avoir présenté la structuration articulaire de la gestualité, les résultats d'un test d'assignation d'étiquettes montrent la validité d'une catégorisation structurée par les degrés de liberté (ddl) de la physiologie articulaire. Des proximités formelles sont explorées, elles forment une typologie qu'il reste à informer. En outre, des relations formelles et sémantiques émergent entre ces ddl. Elles seront abordées ici.

ABSTRACT

Coverbal gesture is too often associated with the cooccurrent speech. It comes under a non linear modality. The potential compositionality of gesture opens the way to a multilinear meaning. Except emblems, none lexical inventory allows studying the production of gestures. A physiological approach fits this preliminary: making an inventory to enlighten the compositionality. After the presentation of the articular structure of gestuality, the results of a test of assignment of tag reveal the validity of a categorization by physiological structured degrees of freedom. Some formal proximities are explored, they design a typology we have to inform. Furthermore formal and semantic connections emerge between these degrees of freedom. We tackle them here.

* Structures formelles du langage, UMR 7023/CNRS, Université Paris 8, Université d'Évry-Val d'Essonne.

Le continuum de Kendon (1988) repris et largement diffusé par David McNeill correspond désormais à un des canons des études sur la gestualité. Sans entrer dans le détail de cette taxonomie, on peut dire qu'elle linéarise les phénomènes gestuels. Ils vont du moins conventionnel au plus linguistique selon quatre axes majeurs qui distribuent les instances suivantes :

Gesticulation > Gestuelle > Pantomime > Emblème > Langue des signes

En creux des quatre *continua*, le découpage en instances apparemment non hiérarchisées répond à un ordre souvent en présence de la gestualité, celui de la parole articulée en langage. Rien ne dit que cette ontologie vocale/verbale s'applique de la même manière à des phénomènes gestuels dont les contextes d'apparition divergent tant (pantomime, langue des signes, gesticulation). Nous voulons montrer que la physiologique articulaire structure des Unités gestuelles (UG désormais) qui constituent une base stable et indépendante de la typologie proposée dans le continuum, et qui sont susceptibles d'être investies par des significations.

Nous voulons montrer ici qu'une structuration corporelle opère pour certaines unités gestuelles. Ainsi, on ne saurait considérer le corps comme un simple support pouvant recevoir un ordre de constitution supérieur à lui, celui forgé par une linguistique durablement marquée par les langues vocales étudiées. Le corps ne porte pas seulement la gestualité, il l'informe. Plus qu'un support, c'est un substrat (Boutet et Cuxac, 2008).

L'approche présentée ici inverse la direction générale du continuum. Il s'agit de considérer des gestes iconiques, voire certains bâtons, comme des gestes emblématiques esquissés soumis à un tempo parolier d'une autre nature. De ce fait les gestes considérés, iconiques ou bâtons, pourraient être porteurs d'un sens esquissé comme autant de gestes non aboutis. Une primauté du sens est donnée aux gestes au détriment – on va le voir – d'une appréhension visuelle de leurs formes. En revanche, des filiations formelles de ces gestes basées sur une structuration physiologique fournissent le substrat sur lequel vont se rassembler des unités pourtant redevables de différences visuelles importantes.

Nous proposons ici d'exposer dans une première partie la matérialité de la gestualité à travers le modèle physiologique de structuration des gestes. Pour l'essentiel, non seulement celui-ci favorise l'émergence de formes gestuelles stabilisées mais en plus il organise la signification

de ces unités gestuelles par des composantes identifiables, les degrés de liberté insérés dans des schémas d'action. L'organisation proposée est testée à travers une tâche d'assignation d'étiquettes demandée selon une méthode des juges. La description de ces tests ainsi que leurs résultats sont exposés dans une deuxième partie.

Présentation de l'approche physiologique

Le membre supérieur est décomposable en segments. Il présente donc une infrastructure qui sous-tend l'ensemble des mouvements possibles : les degrés de liberté et leurs combinaisons (Kapandji, 1997). Répertoriés, ces degrés ne sont pas si indépendants qu'il paraît au premier abord. D'ailleurs, ils n'ont pas tous une amplitude fixée ; ils peuvent co-varier. En outre, ils ne sont pas exempts de mouvements involontaires déterminés mécaniquement par la forme des segments et de leurs articulations (pour une présentation plus détaillée voir Boutet, 2008). Des mouvements induits affectent parfois à distance des segments non adjacents. Nous verrons également que les rapports géométriques des axes de rotation d'un même segment peuvent changer au cours d'un geste. Commençons la description par l'extrémité la plus libre : la main.

La main

Ce segment présente 3 degrés de liberté correspondant à trois axes de rotation perpendiculaires les uns aux autres en position de repos (*i.e.* paume ouverte vers l'avant, la main ballante le long de l'avant-bras, lui-même dans le prolongement du bras, ce dernier étant sur le côté du corps). La pronation et la supination¹ composent les deux pôles d'un degré de liberté de 180° d'amplitude dans à peu près toutes les positions de l'avant-bras à l'exception d'une position de flexion de 80° pour l'avant-bras (main collée à l'épaule) pour laquelle la pronation ne dépasse pas 45°. Une bonne représentation du mouvement de ce degré de liberté correspond au geste associé à la comptine «Ainsi font font

1. La pronosupination est un degré de liberté de la main dont le mouvement de 180° tourne autour d'un axe de rotation qui court le long du radius et du cubitus. Ainsi les points de rotation se situent à la fois au niveau du poignet et également du côté du coude à l'insertion des deux os de l'avant-bras. Ce degré de liberté se traduit par un mouvement de rotation de la main perpendiculaire à l'axe formé par le radius et le cubitus.

font les petites marionnettes». La flexion/extension² de 180° compose un autre degré de liberté; elle est d'une amplitude équivalente à celle de la pronosupination. Lorsque les doigts pointent en avant ainsi que l'avant-bras, le mouvement de flexion extension porte la paume vers soi (flexion) ou vers l'avant (extension). L'orientation des axes de rotation respectifs ne varie pas pendant un mouvement. Le troisième degré de liberté le plus atypique de la main, l'abduction/adduction³, est de faible amplitude (35° du côté de l'adduction – lorsque dans le plan de la paume le mouvement de la main oriente celle-ci vers l'auriculaire –, et 15° du côté opposé – abduction – du côté du pouce).

Cette amplitude restreinte amène bien plus rapidement vers un transfert du mouvement sur l'avant-bras que pour les deux autres degrés de liberté. Au demeurant, l'orientation de l'axe de rotation de l'abduction/adduction varie à mesure que la main se rapproche d'une flexion ou d'une extension maximale (Kapandji, 1997, p. 142). Cette variation peut rendre parallèle et finalement coïncidant cet axe de l'abduction/adduction avec celui qui régit les mouvements de pronosupination. Confondus, ces deux degrés de liberté varient de manière polaire et symétrique : la flexion et l'extension inversent la liaison des deux autres degrés de liberté. Par exemple, le geste oscillant qui signifie «Au revoir» pour lequel la main en extension totale lie deux choses : la pronation avec l'abduction (l'un ne peut être fait sans l'autre) pour le mouvement vers l'index, et à l'opposé, la supination avec l'adduction lorsque le mouvement oscille dans l'autre direction, vers l'auriculaire. Pour un autre geste également oscillant qui place la main dans une position de flexion maximale cette fois : paraphrasé «Holà!» (pointe des doigts vers soi, main fléchie au maximum, voir Calbris, 1990, p. 2 et 4) le mouvement de pronation va de pair cette fois avec celui d'adduction

-
2. La flexion/extension manuelle tourne autour d'un axe de rotation qui traverse la poignet dans sa plus grande largeur. Le mouvement de ce degré de liberté perpendiculaire à cet axe rapproche la paume vers l'intérieur de l'avant-bras (flexion) et l'en éloigne jusqu'à la butée articulaire située à 90° pour le mouvement d'extension.
 3. L'abduction/adduction, degré de liberté de la main, est d'une amplitude réduite comparativement aux deux autres degrés de liberté. L'axe de rotation autour duquel la main tourne passe à travers le poignet, de sa face intérieure à sa face extérieure et plutôt en avant vers la paume. Ainsi le mouvement que cet axe de rotation permet amène la main à bouger dans la direction du pouce (abduction) et vers l'auriculaire (adduction).

(du côté de l'auriculaire), tandis que le mouvement vers l'index (abduction) est coïncident de la supination. Bien évidemment cet alignement d'axes est une tendance qui augmente à mesure qu'on se rapproche d'une position de flexion/extension maximale. Ainsi, elle exerce son effet sur la quasi-totalité de l'amplitude de flexion/extension à l'exclusion de la partie neutre.

Par ailleurs, une association de mouvements de deux degrés de liberté exerce une force sur la main dont le moment a un impact sur le troisième degré de liberté : elle oriente vers un mouvement induit de l'un des deux pôles. Du geste « Vous filez tout droit » en passant par celui d'« Attention à la fessée » jusqu'à celui d'« Au revoir », la position d'extension de la main croit et la coïncidence entre la pronation et l'abduction (mouvement du côté du pouce) augmente. Ainsi, sur le principe qu'on vient de décrire, on a toujours un mouvement induit – involontaire – dont l'impact en termes de pôles sur le troisième degré de liberté dépend de la différence de forces exercées par les mouvements volontaires qui affectent les deux autres degrés de liberté, mais aussi du nombre de degrés restant à l'amplitude maximale et des variations géométriques des axes de rotation. L'ensemble de ces facteurs permet de dresser une liste et une représentation de schémas d'action simples (24 en tout) sous forme de mouvements volontaires et liés à gauche du signe «>» et de mouvement induit à droite (voir schéma 1).

L'avant-bras

L'avant-bras (voir schéma 2) présente 2 degrés de liberté (la flexion/extension⁴ et la rotation intérieure/extérieure⁵) dont les amplitudes d'au moins 170° ont la particularité de ne pas être visibles dans toutes les

4. La flexion/extension de l'avant-bras amène celui-ci vers l'intérieur du bras ou l'en éloigne (l'extension 0° équivaut à la position de l'avant-bras dans l'alignement du bras). Son amplitude est d'environ 170° et l'axe de rotation autour duquel ce ddl bouge passe par le coude perpendiculairement au mouvement.

5. La rotation intérieure/extérieure de l'avant-bras est perpendiculaire à un axe qui court le long de l'humérus. Lorsque l'avant-bras est horizontal tandis que le bras est vertical et vers le bas, le mouvement de rotation intérieure/extérieure amène l'avant-bras à balayer horizontalement l'espace situé devant et sur les côtés. Lorsque l'avant-bras est dans l'alignement du bras et le long du corps, la rotation intérieure/extérieure est difficilement discernable d'un mouvement de pronosupination et s'ajoute à ce degré de liberté manuel.

positions au moins pour la rotation. Ainsi, lorsque l'avant-bras forme un angle droit avec le bras (flexion de l'avant-bras de 90° dirigé vers l'avant), la rotation intérieure/extérieure de l'avant-bras amène la pointe des doigts à tracer un demi-cercle dans un plan transversal au niveau de l'abdomen. À l'instar des longitudes sur un globe terrestre, lorsque la main se rapproche de l'épaule grâce à un mouvement de flexion de l'avant-bras, la distance séparant deux degrés de longitude diminue jusqu'à ce que l'ensemble de l'amplitude de la rotation intérieure/extérieure ne couvre plus qu'un arc de cercle de rayon très restreint pour une position de flexion totale. L'amplitude de la rotation intérieure/extérieure couvre une distance bien plus importante à l'équateur – pour filer la métaphore du globe terrestre – qu'aux pôles. Ainsi par exemple, la vision, ne rendant compte que de la distance parcourue, interprète de manière distincte la même différence angulaire de rotation intérieure ici et là.

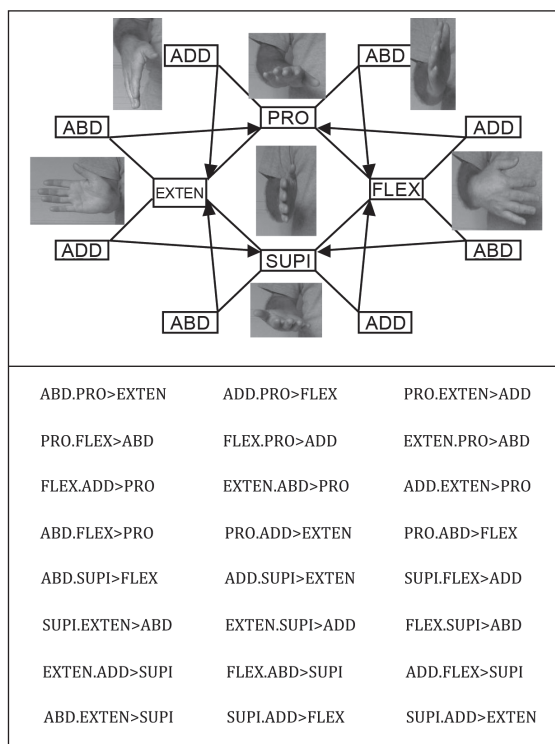


Schéma 1. – Figure des abouchements entre les degrés de liberté de la main.

Dans l'autre direction, plus on se rapproche d'une extension totale de l'avant-bras (avant-bras dans le même alignement que le bras), plus le même phénomène exerce son effet, jusqu'à une particularité ajoutée, celle d'une coïncidence entre les axes de rotation de la rotation (intérieure/extérieure) de l'avant-bras et de la pronosupination de la main (l'avant bras, porteur de l'axe de rotation de la pronosupination est dans l'alignement du bras, porteur de l'axe de la rotation intérieure/extérieure). Ces deux mouvements, qui n'appartiennent pourtant pas au même segment, sont dès lors difficilement discernables. Ce qu'on en perçoit n'est rien d'autre qu'une rotation de la main sur elle-même, rotation qui ressemble fort à la pronosupination. Naturellement, ce phénomène que l'on vient de voir, de diminution de la distance parcourue, croît à mesure qu'on s'éloigne d'une position médiane de l'avant-bras, autour d'une flexion de 90° (angle droit entre le bras et l'avant-bras), à l'instar de ce qui se passe pour la flexion/extension de la main. De plus l'espace délimité autant que créé par les deux degrés de liberté de l'avant-bras est semi-ovoïde. À ses limites, les degrés de liberté se confondent visuellement. Par exemple, la main droite posée sur le cœur tandis que le coude est collé au côté (flexion de l'avant-bras d'environ 60°) peut glisser progressivement vers l'épaule (celle porteuse du bras en mouvement) jusqu'à la toucher. Pour ce faire, un mouvement de flexion de l'avant-bras est suivi d'un mouvement de rotation extérieure sans que l'œil délimite exactement quand on passe de l'un à l'autre degré de liberté.

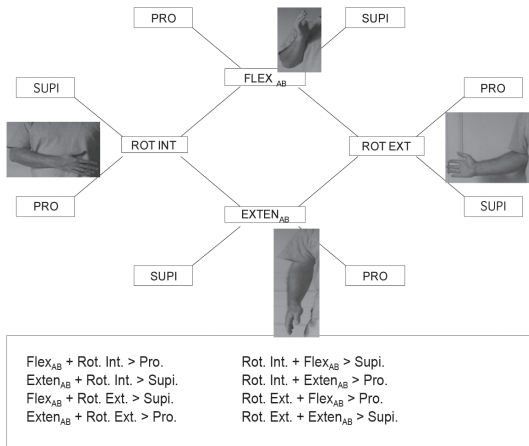


Schéma 2. – Figure des abouchements entre les degrés de liberté de l'avant-bras et la pronosupination.

Quand un mouvement simultané affecte les deux degrés de l'avant-bras, on a une répercussion involontaire sur la main pour la pronosupination. Ici cette répercussion induite quoique trans-segmentale est aussi polaire et symétrique. Voici ci-dessous une représentation des combinaisons sous forme schématique. On peut remarquer une sensibilité à la différence de forces exercées sur les deux degrés de liberté qui bougent de manière volontaire (figurés dans la liste sous forme d'ordres différents) et une accentuation de l'induction à mesure qu'on se rapproche de l'amplitude maximale de l'un des deux pôles en mouvement volontaire.

Le bras

Le bras, quant à lui, comporte deux degrés de liberté d'au moins 180° d'amplitude chacun ; l'un – l'abduction/adduction – amène un mouvement dans un plan frontal, d'une position basse où la main collée à la cuisse peut être projetée en haut, à l'aplomb de l'épaule en passant par le côté ; l'autre degré de liberté – la flexion/extension – est effectuée dans un plan para-sagittal. Partant de la position de la main atteinte par une abduction de 180°, en haut et au-dessus de l'épaule, une extension d'au moins 180° voit les segments du membre supérieur alignés passer par l'avant puis atteindre en bas la position initiale, voire remonter vers l'arrière. Là encore un phénomène d'induction de mouvement, trans-segmental apparait et lie de manière symétrique et polaire un mouvement d'abduction (volontaire) à un mouvement de rotation intérieure et de pronation (involontaires), tandis que l'adduction du bras (sens horaire pour le gesteur) induit un mouvement de rotation extérieure et de supination involontaires (Kapandji, 1997, p. 22, pour une présentation du paradoxe de Codman et discussion).

Les flux de propagation du mouvement

Tous les segments vus sont liés entre eux par une structuration physiologique articulaire telle qu'à côté des transferts inertiels des moments des forces en présence existent des abouchements transitoires de degrés de liberté. Ceux-ci, à moins d'un mouvement volontaire du pôle inverse à celui du mouvement induit, fusionnent transitoirement avec le(s) degré(s) de liberté volontaire(s). Ce type de transferts de mouvement, structurellement inscrit, est plus rapide et plus constant que celui dû à l'inertie. Le liage involontaire entre pôles réserve une part belle à la pronosupination qui est concernée à chaque fois ; cependant dans

un geste impliquant l'ensemble des segments du membre supérieur, le complexe de pôles en action, transférés involontairement ou non, peut amener à des non-congruences. Alors qu'un mouvement de pronation involontaire est attendu comme répercussion, le transfert inertiel d'un segment sur l'autre par exemple oriente vers une supination. On observe alors une compétition entre les deux pôles et finalement le mouvement qui en résulte.

Fixons un système gestuel composé d'inerties et des structurations décrites. Au sein de ce système, seuls deux degrés de liberté bougent volontairement⁶. Les mouvements sont transférés : le système distribue finalement un flux de propagation du mouvement soit proximal-distal (de l'épaule aux doigts) soit distal-proximal (propagation opposée). Les éléments qui participent à l'orientation générale du flux sont :

- les inerties de chaque segment qui donnent un gradient décroissant global par segment, du bras aux doigts ;
- les transferts structurels que nous avons vus ;
- l'amplitude des degrés de liberté et particulièrement la distance restant à l'amplitude maximale ;
- et le différentiel des forces entre les deux degrés de liberté en mouvement volontaire.

Émergence de schémas d'actions

Sans entrer dans les détails de constitution des schémas d'actions, quarante unités gestuelles simples (UG, désormais) émergent à partir d'un double mouvement volontaire de deux degrés de liberté d'un segment⁷. Ce double mouvement volontaire sur un segment diffuse sur tout ou partie du membre supérieur. Il compose finalement un schéma d'action unique (ensemble de mouvements de degrés de liberté reliés entre eux) représentant la matrice d'une UG.

6. Il semble que nous pourrions nous placer dans un autre système dans lequel par exemple deux degrés de liberté du même segment bougeraient de manière volontaire avec en plus une position de départ très marquée de l'un des degrés de liberté en mouvement. L'ensemble des possibilités n'est pas encore exploré et reste un champ d'investigation encore très ouvert.

7. C'est donc sans compter les gestes complexes mettant en mouvement de manière volontaire trois degrés de liberté ou plus. De même, des compositions de mouvements et de positions bloquées doivent amener à l'émergence d'autres unités.

Ces UG remplissent l'espace multidimensionnel de possibilités physiologiques stabilisées et différenciées du membre supérieur – à l'exception des combinaisons des doigts et du pouce. Il s'agit bien ici d'un espace non métrique pour lequel les distances n'ont en conséquence pas de réalité, il s'agit également d'un espace à plusieurs allocentrages (au moins autant que de segments), c'est-à-dire d'un espace non égo-centré. Enfin, il s'agit d'un espace dont la constitution n'est pas visuelle. L'auto-organisation des UG est donc fondée sur des déterminations physiologiques et physiques de déploiement du mouvement sur des degrés de liberté (ddl). Les différentes réalisations de ces UG répondent à un auto-contrôle proprioceptif. En fait, les réalisations que chaque UG déploie captent des enveloppes de formes. Celles-ci composent un réseau assez mêlé d'entre-croisements gestuels. Au point qu'il semble extrêmement long de pouvoir déterminer l'ensemble des variations d'amplitudes rassemblées sous une même UG, sans compter les transferts complets sur un autre segment (appelons-le support) que celui sur lequel l'unité gestuelle émerge et finalement se génère (ce sera le segment substrat). Ainsi, un geste organisé sur le bras, c'est-à-dire à partir de l'articulation de l'épaule, peut être partiellement transféré sur un segment adjacent comme l'avant-bras, il débordera de toute façon sur la main sous la forme d'un mouvement involontaire de pronosupination, comme nous l'avons vu. En respectant le schéma d'action de l'UG, le transfert du mouvement peut être total et finalement le geste peut être réalisé uniquement sur la main – et non pas par la main. La forme ainsi déployée sur la main capture une enveloppe plus qu'une forme unique (parce que dans un cas de transfert partiel, les variations d'amplitude de la même UG seront moindres), à côté de ce que la main génère en tant que substrat et non plus comme simple support. Ce qui est valable pour le bras l'est également pour les UG générées sur l'avant-bras qui débordent sur la main comme support cette fois encore.

Cette distinction substrat/support est indispensable pour comprendre la génération de gestes d'une part et la zone de variations des unités ainsi constituées, d'autre part. Rappelons qu'ici les variations gestuelles de chaque UG ne sont pas repérables selon un cadre de référence égo-centré (un repère haut, bas, avant, arrière ne signifie rien), ni selon une modalité visuelle, mais qu'elles appartiennent en propre à la matérialité corporelle et à la filiation formelle qu'offre cette matérialité. Si la filiation de réalisations à une même unité gestuelle constituée selon des paramètres physiologiques et physiques peut toujours être déployée sur le support membre supérieur, elle peut également être réduite aux

mouvements de quelques degrés de liberté sur un segment support éloigné de son centre d'organisation. Jusqu'où va la réduction formelle de ces filiations ? En termes de distances segmentales, et en termes de nombre de degrés de liberté impliqués dans la réalisation ? En somme, constatant l'émergence et la constitution d'unités gestuelles autour de schémas d'action comme autant d'emblèmes potentiels, jusqu'où va la réduction de ceux-ci en gestes plutôt redevables d'une potentialité d'interprétation en gestes dits iconiques dans la typologie de McNeill ? Ces réductions du nombre de degrés de liberté en mouvement pour certaines réalisations permettent au locuteur/gesteur de s'adapter au débit parolier et la subsidiarité segmentale accroît les possibilités d'expression gestuelle par autant de segments disponibles *hic et nunc*.

Tableau d'Unités gestuelles

Nous ne présentons ici que 20 des 40 UG avec leur schéma d'actions respectif accompagné de leur proposition d'étiquette en guise d'unité de sens. Ces dernières relèvent de l'expérience et de l'intuition de l'auteur. La validité de cette assignation est testée (voir *infra*, partie 2). Le tableau 1 est organisé autour d'une césure verticale qui répartit de part et d'autre les inversions polaires des degrés de liberté manuels Flexion/Extension et Pronation/Supination. Une ligne horizontale sépare les UG en 2 blocs, 12 en haut, 8 en bas. Chacun de ces blocs est lui-même divisé par une ligne verticale. On a donc 4 sous-blocs en tout regroupés par pôles. Dans les deux sous-blocs supérieurs on distingue les UG 9, 10, 11 et 12 – les plus à l'extérieur – dont le substrat est l'avant-bras ou le bras. Sous l'étiquette de chaque geste figure le schéma d'actions organisé en ligne manuelle (de gauche à droite des quantités de mouvements décroissants), en ligne d'avant-bras (INT et EXT : abréviations de rotation intérieure et extérieure) et parfois en ligne du bras. Chaque UG est numérotée. La composante volontaire du segment substrat de chaque schéma d'action est soulignée. À position équivalente dans le schéma d'action, la casse des pôles manuels donne l'importance de la quantité de mouvement.

Expérience d'association d'étiquettes sur présentation de réalisations gestuelles

Pour 20 UG nous analysons la validité de la catégorisation gestuelle fondée sur les principes de physiologie articulaire énoncés plus haut, à

travers un test d'association d'étiquettes à des réalisations gestuelles⁸. Il s'agit de présenter des réalisations gestuelles sous forme vidéo respectant les schémas d'action, hors de tout contexte verbal, à raison de 2 séries de 10 gestes chacun. Ces réalisations impliquent toutes au moins le mouvement du segment substrat. Chaque geste numéroté est présenté 3 fois de suite à 41 sujets. Pour chaque geste présenté, les sujets doivent sélectionner une seule étiquette sur 10. L'ordre de présentation des gestes n'est pas aléatoire : ils sont répartis dans l'une des 2 séries des 10 étiquettes dès lors qu'ils sont jugés comme proches. 41 sujets⁹ ont passé les deux séries de test.

« rejeter »		« passer »	
(1) <u>pro+ADD</u> >exten		<u>supi+ADD</u> >flex (2)	
EXTEN EXT FLEX		EXTEN INT FLEX	
(9)« considérer qq'un »		(3)« déconsidérer »	
(10)« mépriser »		(4)« considérer qq chose »	
SUPI+abd>EXTEN		PRO+add>EXTEN	
<u>FLEX</u> EXT EXTEN		<u>EXTEN</u> EXT FLEX	
		<u>EXTEN</u> INT FLEX	
		FLEX INT EXTEN	
(11)« offrir »	(5)« se préserver »	« s'en fiche »(6)	
SUPI+FLEX>ADD	PRO+EXTEN>ADD	SUPI+FLEX>ADD	
INT FLEX INT	EXT FLEX EXT	PRO+EXTEN>ADD	
<u>ADD</u> FLEX (bras)	<u>ADD</u> FLEX (bras)	<u>ADD</u> FLEX (bras)	
		<u>ADD</u> FLEX (bras)	
« refuser »		« accepter »	
(7) <u>ADD+EXTEN</u> >PRO		<u>ADD+FLEX</u> >SUPI (8)	
EXTEN EXT FLEX		EXTEN INT FLEX	

« omettre »		« constater »	
(13) <u>flex+ADD</u> >pro		<u>exten+ADD</u> >supi (14)	
INT EXTEN EXT		EXT EXTEN INT	
« arrêter »		« commencer »	
(15) <u>FLEX+add</u> >PRO		<u>EXTEN+add</u> >SUPI (16)	
INT EXTEN EXT		EXT EXTEN INT	
« mettre de côté »		« impuissance »	
(17) <u>ADD+PRO</u> >FLEX		<u>ADD+SUPI</u> >EXTEN (18)	
EXTEN EXT EXTEN		EXTEN INT EXTEN	
« disparaître »		« apparaître »	
(19) <u>FLEX+PRO</u> >ADD		<u>EXTEN+SUPI</u> >ADD (20)	
INT EXTEN EXT		EXT EXTEN INT	

Tableau 1. – 20 Unités gestuelles avec les étiquettes et les schémas d'action.

8. Cette étude bénéficie du soutien de l'Agence nationale de la recherche (ANR) dans le cadre du projet CREAGEST.

9. 30 femmes et 11 hommes, étudiants en IUT dont la moyenne d'âge est de 21 ans et 6 mois.

Nous testons ici la potentialité des gestes à être catégorisés de manière significative, d'une part, et, d'autre part, à l'être avec une étiquette attendue. Si c'est le cas, les gestes proposés sur une base de constitution purement physiologique révéleront alors que celle-ci est non seulement sémantique mais qu'elle organise aussi les sens en fonction d'une structuration qui repose sur les linéaments du corps.

La situation du test met en présence deux systèmes sémiotiques présentant des proximités respectives entre éléments. On peut dégager à priori deux types de proximité, celle formelle des gestes présentés et celle sémantique des étiquettes proposées.

La première s'apprécie d'abord à l'aune des centres d'organisation et des pôles des degrés de liberté en mouvement dans le schéma d'action¹⁰ : les schémas d'action les plus proches partagent les mêmes pôles, dans le même ordre (tels les gestes 1 et 3, voir tableau 1, *supra*), puis les mêmes pôles dans un ordre différent au moins pour un segment (les gestes 1 et 7), ensuite, toujours les mêmes pôles mais cette fois l'ordre différent touche deux segments (1 et 5, la main et l'avant-bras). Toujours pour les 20 UG, la proximité gestuelle diminue encore lorsqu'un des pôles du segment organisateur est inversé dans un autre schéma. Pour l'avant-bras (UG 3 et 4, 9 et 10, Rot.EXT vs Rot.INT), cette inversion entraîne deux inversions polaires sur le segment support, c'est-à-dire la main (non générateur de l'UG). Lorsque la main constitue le segment substrat (UG 1, 2, 5, 6, 7, 8 et de 13 à 20), une seule inversion polaire entraîne automatiquement un changement d'ordre sur le segment substrat (UG 1 et 13 par exemple). Lorsque les deux pôles de la flexion/extension et de la pronosupination de la main substrat sont inversés et pour une même quantité de mouvement (même ordre dans les schémas) alors on a un antonyme (« rejeter » 1 [pro+ADD>exten] vs « passer » 2 [supi+ADD>flex], « refuser » 7 [ADD+EXTEN>PRO] vs

10. Avant même de pouvoir mesurer la proximité de schémas d'actions constitués, on doit considérer la filiation gestuelle, phénomène par lequel le substrat diffuse son mouvement sur le support et capture des zones d'identité sur les segments qui composent alors une part de l'enveloppe du schéma d'action. Pour un centre d'organisation à forte inertie comme l'épaule, le flux de propagation du mouvement – proximal distal – déborde les limites du membre supérieur. Il peut même s'inverser, une fois le bout des doigts atteint par le mouvement, et aller à rebours, selon un flux distal proximal. C'est le cas des gestes 17 et 18 dont les schémas d'action sont les excroissances anadromiques d'UG générées sur l'épaule.

« accepter » 8 [ADD+FLEX>SUPI]). Si en plus de cette double inversion l'ordre des degrés de liberté n'est pas le même, la distance s'accroît encore. L'antonymie ne constitue donc pas la distance gestuelle la plus importante.

À côté de cette distance gestuelle, les étiquettes présentent elles aussi une distance propre non homéomorphe à cette dernière. Par-delà la signification attachée à chaque étiquette, la polysémie associée (Victorri et Fuchs, 1996) amène pour le test une lecture catégorisante de ces étiquettes. Chacune apporte dans sa globalité même un ensemble de sens qui doivent servir de cibles privilégiées à partir d'un geste source. Chaque cible/étiquette, multiple, ne partage évidemment pas les mêmes frontières avec le geste auquel elle sera associée par les sujets. Il s'agit plutôt de vérifier que des UG dont la constitution repose sur des principes physiologiques fonctionnent néanmoins comme des entités sémantiques distinguables malgré la proximité de formes des gestes présentés, d'une part, et, malgré le réseau sémantique serré des étiquettes, d'autre part.

Résultats

L'inférence statistique permettant de déterminer la significativité des résultats est la loi binomiale (voir tableau 2). On considère qu'en deçà de 5 % de chance que le hasard intervienne dans le choix d'étiquette fait par l'ensemble des sujets, on a bien un choix significatif des étiquettes de la part des sujets. L'inférence statistique utilisée ici mesure la probabilité d'intervention du hasard dans le choix des étiquettes : en dessous d'une probabilité de 5 %, le choix ne relève plus de l'aléatoire, il est fait de manière significative par les sujets.

18 réalisations gestuelles sur 20 sont étiquetées de manière significative par le mot attendu. Cela signifie que le modèle de structuration physiologique est validé, puisque 90 % des UG fonctionnent comme des entités susceptibles d'être mises dans une catégorie sémantique unique. En outre, derrière cette catégorisation unique, les étiquettes proposées correspondent, pour 90 % des cas aussi, aux étiquettes attendues. Les deux unités gestuelles qui sont reconnues de manière à peine significative (Probabilités 0,02 ; UG 15 [étiquette attendue : « arrêter »] et 19 [étiquette attendue : « disparaître »]) sont néanmoins de préférence étiquetées « refuser » et « arrêter », étiquettes qui, par ailleurs, sont significativement attribuées aux UG 7 et 3, comme nous l'attendions. La seule différence entre les schémas d'actions des UG présentés et des étiquettes non attendues réside dans l'alternance flexion/extension

manuelle pour l'une – les deux pôles des deux autres degrés de liberté restent identiques¹¹ – et dans une proximité d'ordre pour l'autre¹². Y compris pour les deux seules mauvaises attributions, on observe ainsi que la structuration physiologique est respectée.

Test 1	Prob. Hasard	Test 2	Prob. Hasard
apparaître	$6,997*10^{-6}$	impuissance	$1,116*10^{-9}$
disparaître	0,02	mettre de côté	$3,31*10^{-26}$
s'en fiche	$3,885*10^{-31}$	rejeter	$2,955*10^{-23}$
constater	$5,761*10^{-3}$	passer	$1,773*10^{-12}$
refuser	$1,499*10^{-6}$	se préserver	$7,202*10^{-35}$
offrir	$1,577*10^{-20}$	omettre	$5,761*10^{-3}$
arrêter	0,02	commencer	$1,043*10^{-3}$
considérer quelque chose	$1,088*10^{-4}$	mépriser	$3,593*10^{-4}$
déconsidérer	$1,701*10^{-13}$	révérer	$1,436*10^{-10}$
accepter	$1,116*10^{-9}$	considérer quelqu'un	$1,116*10^{-9}$

Tableau 2. – Probabilités d'intervention du hasard pour les tests 1 et 2 ($P < 0,05$).

Proximités

Parmi les 18 UG reconnues, d'autres étiquettes ont pu être attribuées de manière significative quoique dans une moindre mesure que celle choisie de préférence. On ne peut s'attendre à ce que des gestes non répertoriés comme emblèmes¹³ soient alloués à une seule étiquette à l'exclusion d'autres, surtout lorsque ces dernières sont proches (« considérer

11. Par ailleurs, les deux UG non reconnues ici l'ont été dans un autre test présentant à 66 sujets les UG du deuxième bloc uniquement (de 13 à 20) : pour UG 19, $P = 1,79*10^{-6}$ et pour l'UG 15, $P = 3,13*10^{-10}$.

12. La seule différence entre L'UG 19 « disparaître » (FLEX+PRO>ADD) plutôt étiquetée « arrêter » et son UG (13) à laquelle cette étiquette renvoie (FLEX+add>PRO) réside dans l'ordre des pôles de la composante manuelle.

13. En dehors de l'UG 6 (« s'en fiche ») répertoriée dans Geneviève Calbris (1990, p. 4, ill. 1.4) et de l'UG 7 (« refuser ») répertoriée (*ibid.*, p. 74), les autres UG ne figurent pas comme telles dans les emblèmes retenus par cette auteure.

quelqu'un» et «révérer», «omettre» et «mettre de côté» ou bien «mettre de côté» et «rejeter», «accepter» et «constater» par exemple). En outre, les plus fortes proximités gestuelles sont nombreuses parmi les UG des deux tests : 2 trios et 5 paires d'UG partagent les mêmes pôles manuels, pour lesquels seul l'ordre d'enchaînement du mouvement varie (proximité d'ordre : voir par exemple UG 1, 5, 12 pour un trio et 16, 18 pour un duo). Les doubles étiquetages surviennent 12 fois dans le premier test et 6 fois avec les UG du deuxième test¹⁴. Pourtant ceux-ci ne concernent jamais les proximités d'ordre, soit les plus grandes. Ainsi, il n'y a pas de confusion dans la forme des gestes, fût-ce pour une simple différence d'ordre des composantes du mouvement : à grande proximité, parfaite distinction. En fait, outre cette quasi-identité gestuelle jamais confondue dans ces tests, trois autres facteurs de proximité sont à examiner ici.

1. Le premier concerne le *type* de degrés de liberté qui change à travers le double étiquetage. Il est déterminé en comparant le schéma d'action de l'UG source avec celui de l'étiquette attribuée à tort (UG cible). Ainsi, l'UG 14 «constater» bien étiquetée, est aussi étiquetée «offrir» (UG 11, cible). La différence de degrés de liberté entre les deux schémas d'action est polaire : l'UG source (14) contient une extension tandis que l'UG cible (11) présente une flexion. La confusion concerne donc ici la flexion/extension. Nous verrons que le type de degrés de liberté est concordant avec le changement sémantique.
2. Le deuxième type de proximité relève du *nombre* de pôles inversés entre l'UG source et celle(s), cible(s), pointée(s) par l'(es) étiquette(s) attribuée(s) de manière abusive. On peut avoir de 1 à 3 pôles inversés : l'exemple précédent présente une seule inversion, comme par exemple entre l'UG 10 (source) et l'UG 15 (cible), un pôle est inversé : l'abduction/adduction. Ce critère relève plutôt de la forme.
3. Le dernier type de proximité a trait à la *position* du pôle qui change dans la composante manuelle du schéma d'action entre les UG source et cible. Trois positions sont susceptibles de changer. Les deux premières relevant d'un mouvement volontaire, on

14. Par exemple dans le test 2, l'UG «rejeter» bien reconnue ($2,955 \cdot 10^{-23}$) est également étiquetée «mépriser» à hauteur de $5,76 \cdot 10^{-3}$ probabilité que le hasard intervienne dans ce choix.

suppose qu'un véritable choix s'y opère. La troisième position, toujours induite, n'est modifiable qu'à la seule condition d'un changement d'ordre des deux premiers pôles en mouvement. Ce n'est jamais le cas ici ou bien par modification polaire d'au moins une des deux premières positions (voir *supra* entre l'UG source 19 et l'UG cible 15). Le statut de ce critère est difficilement qualifiable.

Quelles composantes en termes de pôles sont confondues ? Voyons d'abord celle qui n'est jamais confondue : les schémas d'action visés par une étiquette cible jouant de la seule inversion polaire pronation/supination n'apparaissent jamais. De manière générale, sur 18 doubles étiquetages – 12 du test 1 et 6 du test 2 –, 8 concernent la seule alternance polaire flexion/extension, 2 celle de l'abduction/adduction simple, zéro pour la pronation/supination – on vient de le voir – et enfin on a 6 doubles inversions (flex/exten et pro/supi, par exemple) ainsi que 2 cas d'inversion polaire pour les 3 degrés de liberté manuels. On a donc une forte représentation de la flexion/extension, comme si à lui tout seul le changement polaire de ce degré de liberté n'opérait pas de changement important dans la signification des gestes.

À l'opposé, la pronation/supination semble impliquée dans le changement sémantique, dans le double étiquetage des UG : son absence d'inversion polaire unique le prouve. Au demeurant rappelons que la pronosupination est le seul ddl à agréger autant de mouvement induit provenant de trois segments du membre supérieur, le rendant ainsi réceptacle potentiel de significations, et le seul de la main à ne pas présenter de transfert inertiel vers l'avant-bras ou le bras – marquant son absence de diffusion trans-segmentale de la signification. Ce dernier point est au contraire fortement assumé par l'abduction/adduction à cause de son amplitude limitée (50°). L'abd/add fonctionne comme un rapide diffuseur trans-segmental des UG organisées sur la main. Couplé avec sa position dans le schéma d'action, il constitue un bon indice de distribution des centres d'organisation. En première position et en partie en deuxième, il marque une organisation manuelle des UG. Lorsqu'il est en deuxième position (pour une faible quantité) et en troisième position, la main en quelque sorte subit un flux proximal-distal de propagation du mouvement donné par des segments supérieurs à inertie plus grande : la main est alors non plus substrat mais support d'un geste. C'est le cas ici pour les UG 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11 et 12. Le rôle de l'abduction/adduction dans la signification des UG n'est pour l'instant guère plus éclairci.

À propos du deuxième type de proximité – celui du *nombre* de pôles inversés – un gradient à priori décroissant existe d'une seule inversion polaire jusqu'à trois possibles entre deux schémas d'action (dans leur composante manuelle). Moins il existe de pôles inversés, plus les schémas d'action sont proches et plus on peut s'attendre à une confusion entre les gestes, marquée par un double étiquetage. Les faits appuient cette conception : sur 18 doubles étiquetages d'UG, environ 56 % sont issues d'inversions polaires simples, 34 % d'inversions polaires doubles, et à peu près 11 % d'inversions polaires triples. L'étiquetage sémantique, y compris dans ces erreurs repose, sur un modèle gestuel prévisible, qualifiable par la physiologie articulaire.

Le troisième facteur de proximité (et en conséquence de distance), la *position* des inversions polaires dans le schéma d'action, semble entretenir un rapport étroit avec au moins l'un des deux autres facteurs de proximité, on vient de le voir avec l'abduction/adduction, marqueur des centres d'organisation. À regarder les UG dans le tableau 1, on voit nettement que pour le seul changement d'ordre des pôles en mouvement dans les schémas d'action sans inversion polaire, la proximité la plus grande opère, les étiquettes en font foi (« rejeter » 1, « déconsidérer » 3, « refuser » 7 ou encore, « disparaître » 19, « arrêter » 15, « omettre » 13 et « mettre de côté » 17), quand bien même cette proximité ne donne lieu dans les tests à aucune confusion. Par ailleurs, l'ordre dans le schéma d'action et par conséquent la position dans le schéma dépend toujours de la quantité de mouvement d'un autre ddl en mouvement et dépend aussi de l'amplitude restant à parcourir jusqu'à la butée articulaire. En somme, la position dans un schéma d'action est déterminée par la quantité de mouvement des deux premiers ddl ; on ne peut envisager l'une sans prendre en compte l'autre. En outre les ddl – y compris chacun des pôles – réagissant différemment à l'endroit du transfert possible de leur mouvement, dans la pratique chaque UG constitue un cas quasi particulier. Pourtant, en théorie, on doit pouvoir suivre jusqu'à l'enchaînement des proximités des schémas gestuels et donc des UG.

Pour mieux déterminer les relations et les fonctions de l'*ordre*, de la *position* de l'inversion polaire ainsi que les relations entretenues avec le *nombre* d'inversions et le *type* de degrés de liberté touchés, les tests présentés ici ne sont évidemment pas suffisants. Il faut, d'une part, les étendre aux 20 autres UG qui ont à peine été évoquées ici et, d'autre part, multiplier les tests en variant les associations d'UG.

Conclusion

Nous avons montré qu'une structuration physiologique d'unités gestuelles est susceptible de comporter une catégorisation étiquetable, à l'instar d'emblème, sans contexte verbal. Ces gestes pourtant très proches par leur forme (plus qu'aucun emblème) sont isolables; mieux, leur entour le plus immédiat n'est pas confondu. En outre, un réseau interdépendant de proximités compose des relations qui commencent à être explicites et dont certains retentissements sémantiques émergent. En somme, on peut aborder la composition même de ces gestes à l'aide de critères internes qui interrogent tout autant la sémiose gestuelle que les spécificités du substrat. Montrer qu'une organisation aussi forte maintient et différencie tout à la fois des réalisations aussi ténues ne peut être sans conséquence sur les catégories en place dans le continuum gestuel de Kendon. À position identique dans le schéma d'action, l'alternance polaire de la pronosupination qui débouche sur des antonymes (UG 1 *versus* UG 2, ou bien 7 *vs* 8 ou encore 19 *vs* 20) rend caduc l'argument d'une augmentation de la convention pour les emblèmes puisque cette alternance est entièrement fondée sur un fait de nature (la physiologie articulaire). Au demeurant, il serait douteux qu'une organisation morpho-dynamique et sémantique valable pour un *input* gestuel de double mouvement volontaire soit remise en cause pour une entrée gestuelle mettant en mouvement un seul degré de liberté, autrement dit pour un geste dont la forme serait plus simple (comme un bâton?). Il reste à étendre l'étude de la structuration physiologique sur d'autres gabarits gestuels et à multiplier les tests d'assignation sémantique et de reconnaissance.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BOUTET D. (2008) : « Une morphologie de la gestualité : structuration articulaire », *Cahiers de linguistique analogique*, n° 5, p. 80-115.
- BOUTET D. et CUXAC C. (2008) : « Le signifiant gestuel : langue des signes et gestualité – Avant-Propos », *Cahiers de linguistique analogique*, n° 5, p. 2-15.
- CALBRIS G. (1990) : *The Semiotics of French Gestures*, Bloomington, Indiana University Press, 236 p.
- CHENG P. L. (2006) : « Simulation of Codman's paradox reveals a general law of motion », *Journal of Biomechanics*, vol. 39, n° 7, p. 1201-1207.
- KAPANDJI I. A. (1997) : *Physiologie articulaire. 1, Membre supérieur*, Paris, Maloine, 295 p.

- KENDON A. (1988) : «How Gestures Can Become like Words», dans F. Poyatos (éd.), *Cross-Cultural Perspective in Nonverbal Communication*, Toronto, C. J. Hogrefe, p. 131-141.
- KENDON A. (2004) : *Gesture: visible action as utterance*, Cambridge, Cambridge University Press, 400 p.
- MCNEILL D. (1992) : *Hand and mind: what gestures reveal about thought*, Chicago, Londres, University of Chicago Press, 416 p.
- MCNEILL D. (2000) : *Language and gesture*, Cambridge, Cambridge University Press, 409 p.
- MCNEILL D. (2005) : *Gesture and thought*, Chicago, Londres, University of Chicago Press, 318 p.
- POLITTI J. C., GOROSO G., VALENTINUZZI M. E. et BRAVO O. (1998) : «Codman's paradox of the arm rotations is not a paradox: mathematical validation», *Medical Engineering & Physics*, vol. 20, n° 4, p. 257-260.
- VICTORRI B. et FUCHS C. (1996) : *La polysémie : construction dynamique du sens*, Paris, Hermès, 220 p.

Boutet, D., & Garcia, B. (2007). Compositionnalité morphophonétique de la langue des signes française (LSF) et exploration des relations structurales entre paramètres. *TAL*, 48-3, 93-114.

Compositionnalité morphophonétique de la langue des signes française (LSF) et exploration des relations structurales entre paramètres

Dominique Boutet* - Brigitte Garcia**

*Université EVE et UMR 7023 SFL, 2, rue de la Liberté F 93526 Saint-Denis Cedex
dboutet@noos.fr

**Université Paris 8 et UMR 7023 SFL, 2, rue de la Liberté F 93526 Saint-Denis
Cedex
brigitte.garcia@univ-paris8.fr

RÉSUMÉ. Cuxac fait l'hypothèse d'une organisation morphémique plutôt que phonémique des signes lexicaux en LSF. Cet article expose les principes théoriques et les conditions de falsifiabilité mises en œuvre pour inventorier ces valeurs morphémiques et leur assigner un corrélat formel pour, finalement, préciser la part respective des contraintes en jeu dans la structuration des signes. Les résultats présentés proviennent d'une base de données intégrant l'ensemble des signes standard recensés et pour laquelle les descriptions morphémiques, paramétriques et infraparamétriques sont effectuées selon plusieurs référentiels et points de vue (ego et allocentrés, visuels et physiologiques), aboutissant ainsi à une modélisation originale de l'ensemble. S'ils corroborent l'hypothèse d'une compositionnalité morphémique, ces résultats interrogent la nature des paramètres classiquement retenus, du fait des liens d'interdépendance qu'ils entretiennent.

ABSTRACT. Cuxac's Model predicts that each sign of the LSF lexicon is a combination of morphemic rather than phonemic values. This paper exposes the theoretical principles and conditions of falsifiability we propose to constitute an inventory of morphemic values, their assignation to the parametric components and, *in fine*, to establish which role is played by the different kinds of constraints exerted on lexical signs. The results we present come from the exploitation of a database including the whole standard signs of LSF. In this database, morphemic, parametric and infraparametric analysis is realized according to different frames of reference and points of view (ego/allocentric ; visual/physiological), leading to an original modellation. These results corroborate the hypothesis of morphemic compositionality but they call into question the nature and status of current parameters and those of their mutual interdependencies.

MOTS-CLÉS : LSF, iconicité, structuration morphophonétique, signes lexicaux, base de données, physiologie.

KEYWORDS : LSF, iconicity, morpho-phonetic structuring, lexical signs, database, physiology.

1. Introduction

Cet article présente les premiers résultats relatifs à une analyse morphophonétique de la langue des signes française (LSF) issus d'une base de données relationnelle intégrant les signes standard¹ (SST) actuellement recensés pour cette langue (Girod *et al.*, 1997). Après la présentation du contexte dans lequel s'insère ce travail et l'exposition du cadre théorique, nous préciserons les objectifs de cette base et les nouvelles hypothèses théoriques qui en fondent l'architecture. Celle-ci, que nous décrivons dans un deuxième temps, constitue de fait un dispositif de falsifiabilité pour la modélisation du plus bas niveau en LSF et permet d'interroger le type de rapports existant entre les paramètres². De ce point de vue, si les résultats présentés ici corroborent l'hypothèse de (Cuxac, 2000 ; 2004) d'une structuration plutôt morphémique que phonémique du plus bas niveau en langue des signes (LS), ils laissent également entrevoir l'existence de relations fortes entre les paramètres, qui interrogent en retour leur statut structural.

2. Contexte et arrière-plan théorique

Le projet *LS Script*³, cadre de notre étude, a parmi ses objectifs l'étude des conditions et enjeux d'une formalisation graphique de la LSF et l'élaboration des bases linguistiques et sémiologiques d'un tel formalisme (Garcia, 2006 ; Garcia *et al.*, 2007). À ce titre, l'analyse systématique des relations inter et intraparamétriques portant sur un corpus large d'unités standard (4 000 signes), vise à faire émerger la nature des liens entre composants paramétriques, voire les règles de compositionnalité régissant la formation des signes. Dans une perspective graphique, une problématique importante est de réduire la combinatoire qui

1. Les signes standard, terme utilisé par (Cuxac, 1996 ; 2000), sont définis ici comme ces unités lexicales qui sont classiquement recensées par les dictionnaires de langue des signes. Voir *infra* 2.

2. Les paramètres désignent depuis (Stokoe, 1960) les éléments formels constitutifs des signes lexicaux et le plus souvent assimilés à des phonèmes.

3. Projet *LS-Script*, 2005-2007, sous la responsabilité de l'UMR 7023, Université Paris 8. Nous remercions les partenaires de l'UMR 7023 (Université Paris 8) dans le projet *LS Script*, l'unité de recherche en informatique LIMSI (CNRS-Orsay) qui a largement contribué à la conception de la base de données présentée ici, l'unité mixte de recherche en informatique IRIT-TCI de Toulouse, la société coopérative WebSourd, spécialisée dans les usages des nouvelles technologies par les sourds et l'association IRIS de Toulouse, regroupant les enseignants sourds des structures éducatives bilingues de Toulouse, dont la collaboration continue à nos recherches a été essentielle.

démultiplie à la fois le nombre de symboles graphiques par paramètre (choix paradigmatique) et leurs nombreux agencements (association de paramètres).

Nous nous situons dans le cadre d'un modèle théorique qui pose l'iconicité comme principe organisateur des LS (Cuxac, 1996 ; 2000 ; 2004). Ce modèle considère ainsi que coexistent dans le discours en LS deux grands types d'unités gestuelles minimales, décrits comme résultantes structurales de la mise en oeuvre, ou non, par le locuteur, d'une intention de dire tout en montrant (« visée illustrative »). Il s'agit, d'une part, des signes lexicaux, que Cuxac appelle « signes standard », unités lexicalisées à portée générique, dont l'iconicité quoique souvent présente n'intervient pas dans la production du sens : disant sans chercher à donner à voir, ces unités font sens selon le mode, classique dans les langues vocales (LV) de l'oppositivité ; d'autre part, des unités minimales dites de « grande iconicité » (GI, ou « structures de grande iconicité », SGI) ou « unités de transfert⁴ », dont la visée est purement spécifiante. Dans ces unités de GI, l'iconicité constitue le principe même de la production du sens (« dire en montrant »). Ces unités de transfert manifestent ainsi la mise en oeuvre, dans les LS, d'un procédé sémiologique de production du sens étroitement lié aux potentiels figuratifs propres à la modalité visuo-gestuelle et qui n'a de ce fait que peu d'équivalent dans les LV : dans le cadre oppositif du dire, les unités de sens se déploient dans le continu de l'iconicité d'image. Ces deux types d'unités, SST et SGI, ont depuis longtemps été identifiées dans la littérature sur les LS, sous diverses terminologies et dans divers cadres théoriques et sont le plus souvent connues respectivement sous le nom de « *frozen signs* » et de « *productive signs* » (Brennan, 2001 ; Johnston & Schembri, 1999 ; Schembri, 2003). Le modèle de (Cuxac, 2000) s'appuie toutefois sur deux hypothèses qui confèrent à l'iconicité un caractère véritablement central dans le modèle et sont de première importance dans notre perspective.

La première hypothèse, fortement corroborée par des travaux récents sur l'ontogenèse des LS émergentes chez des adultes sourds en milieu entendant (Fusellier-Souza, 2004 ; 2006) considère que la formation des signes dans les LS s'ancre primitivement (perspectives onto et phylogénétique) dans un processus d'iconicisation de l'expérience perceptive et pratique. Dans ce processus sémiogénétique, aboutissant d'abord à la production d'unités de GI, les SST

4. Cuxac distingue trois grands types de transfert constitutifs des SGI : les transferts de personne (le locuteur « devient » l'un des actants de son énoncé), les transferts de taille et de forme (qui permettent de décrire tout type de formes *via* une liste limitée d'éléments constitutifs) et les transferts de situation (qui permettent de représenter le déplacement d'un actant par rapport à un locatif stable). Ces transferts sont définis comme les traces d'opérations cognitives par lesquelles le signeur anamorphose son expérience du réel dans l'espace quadridimensionnel de la signation. Pour plus de précisions sur ces transferts, voir (Cuxac, 2000).

résulteraient de la routinisation de ces unités de transfert, lexicalisées par désactivation de l'intention de dire en montrant et la mise en œuvre d'une visée générique (sur l'hypothèse d'une lexicogénèse fondée sur une dérivation diachronique des *frozen signs* à partir de *productive signs*, voir également (Brennan, 2001) et (Johnston & Schembri, 1999).

La deuxième hypothèse découle de la première et s'appuie sur le constat fait depuis longtemps pour plusieurs LS (Studdert-Kennedy & Lane, 1981 ; Jouison, 1995) que les composants paramétriques des SST apparaissent régulièrement comme des constantes forme/sens souvent hautement productives dans le lexique. Alors que les modélisations les plus courantes du plus bas niveau en LS sont de type phonologique (Brentari, 1990 ; Perlmutter, 1990 ; Sandler, 1990 ; Liddell, 2003), Cuxac formule ainsi l'hypothèse d'une compositionnalité de type plutôt morphémique que phonémique de ce bas niveau, tant pour les SGI que pour les SST. Dans ce cadre, les SST sont analysables comme des unités minimales de réalisation comparables à des molécules agrégeant des atomes de sens (morphèmes liés), éléments partiellement commutables, mais non autonomes et, pour partie d'entre eux, issus sémiogénétiquement d'unités de GI. Prenant appui sur les principes de la théorie de l'optimalité (Prince & Smolensky, 1993), (Cuxac, 2004) décrit la stabilisation des SST (et donc la définition ultime des composants sublexicaux) comme résultant d'un équilibre optimal entre deux grands types de contraintes. Il s'agit :

- 1) de contraintes de haut niveau (maintien de l'iconicité permettant le va-et-vient en discours entre SST et SGI ; contrainte d'évitement homonymique) ;
- 2) de contraintes de bas niveau, de type « phonétique », exercées par les caractéristiques des appareils de production et de réception (maximum de facilité articuloire et maximum de saillance perceptive).

Nous nous attacherons ici à préciser quelques-uns des mécanismes par lesquels les contraintes articuloires sous-tendent un équilibrage formel entre les paramètres catégories émergentes.

Dans une perspective graphique, l'enjeu lié au modèle est qu'il ouvre la possibilité d'une représentation de type morphémo-phono-graphique permettant de rendre compte tout autant des SGI que des SST par le biais d'unités communes. L'option d'une telle notation de signifié, au moins pour des constantes forme/sens clairement identifiées et productives, répondrait au plus près aux structures des LS et à leur fonctionnement en discours (compositionnalité morphémique sublexicale, va-et-vient discursif entre visées structures productives de néologismes).

L'évaluation de cette hypothèse d'une compositionnalité morphémique et, plus spécifiquement, du rôle que joue dans cette compositionnalité une détermination de type non seulement visuel mais également physiologique, constitue l'objectif

théorique général de la base de données présentée ici (voir *infra* 3.). Ceci engage, selon nous, trois types de tâches : l'inventaire et la description (étiquetage) des valeurs morphémiques **(a)**, l'assignation de ces valeurs à des composants paramétriques (formels) et/ou à des combinaisons de paramètres **(b)**, une définition plus précise de la nature et des parts respectives des contraintes en jeu dans la stabilisation des SST **(c)**.

2.1. *Hypothèse de travail : caractère crucial des associations paramétriques*

En ce qui concerne le point **(a)**, un inventaire et une description précise des valeurs morphémiques⁵ des unités du plus bas niveau ont été conduits en ce qui concerne les configurations de GI (Cuxac, 2000). Il reste cependant à préciser et à modéliser les valeurs pour les autres paramètres constitutifs des unités de transfert (mouvement, emplacement et orientation) et, pour tous les paramètres, à systématiser cette investigation sur l'ensemble des SST. Ce travail d'inventaire et d'étiquetage, jusqu'ici mené sur la base d'un principe d'autonomie des paramètres, est indissociable de l'assignation de ces valeurs morphémiques à des composants formels **(b)**, ce point conduisant à s'interroger sur la nature de ce corrélat formel.

Or, pour être différenciables d'un point de vue formel, les différentes valeurs morphémiques potentielles d'un même composant paramétrique doivent être assorties :

- 1 d'une particularité interne, les valeurs morphémiques au sein d'une même valeur paramétrique se distinguant par des différences de formes, qui peuvent être ténues (*e.g.* plusieurs écartements des doigts dans la configuration '5') mais actives dans les faits ;
- 2) par des différences de forme plus larges qui incluent le contexte du signe (jeu sur les associations paramétriques) [SIGNES]⁶ et [ÉLEVER]⁶ dont la configuration n'a à l'évidence pas la même valeur morphémique et dont la différence morphémique se conçoit dans un environnement.

Le premier point relève d'une approche morphogénétique pour laquelle la ténuité des différences est redevable des deux modalités de saisie des formes la vision et la proprioception, sans forcément que ces différenciations de forme liées à une modalité soient perceptibles dans l'autre (telle structuration articulaire n'a pas nécessairement de répercussions en termes visuels et inversement). Le deuxième point, quant à lui, a plus à voir avec une épigénèse au sens où le contexte intervient dans l'individuation d'un morphème. Dans les deux cas, il faut expliciter les

5. Ensemble des morphèmes assignables à une même valeur paramétrique.

6. In Girod *et al.*, 1997, pour le premier signe, t. 2, p. 42, vignette 1; le second t. 3, p. 206, vignette 2.

phénomènes rendant compte de la différenciation et de la stabilisation de formes à l'intérieur d'une même valeur paramétrique, ou de l'émergence de différenciations formelles à travers les associations paramétriques en présence. Dans ce dernier cas, on doit postuler qu'une association obligatoire (contrainte) de paramètres n'est pas sans conséquence pour les valeurs paramétriques et morphémiques. On voit mal, d'ailleurs, comment les paramètres, catégories indéfectiblement interreliées de par la nature même du canal⁷, laisseraient intactes et autonomes les relations entre les instances coprésentes dans chaque signe.

2.2. Hypothèse de travail, suite : intérêt de la prise en compte de référentiels multiples

La modélisation couramment admise quant à la structuration sublexicale des LS, issue de l'analyse *princeps* en paramètres manuels proposée par Stokoe, ne laisse aucune liberté quant au nombre de paramètres à prendre en considération. Ainsi, alors que les principaux modèles phonologiques proposés pour diverses LS cherchent à circonscrire les règles d'enchaînement de traits et à en dégager les impossibilités, notre démarche consiste à circonscrire les impossibilités d'association de traits (prise en compte à terme de l'ensemble du lexique standard) pour en dégager des règles de composition morphémique. Pour le mouvement, par exemple, la phonologie des LS fait un focus sur la figure résultante au détriment de sa composition et des segments impliqués. Pour (Sandler, 1990), la figure, la manière et la position ne sont que sommairement décrites et sont systématiquement centrées sur la main. Dans le modèle *Hold-Movement* (Liddell, 1990), seule la main porte le mouvement, déplaçant de fait la description de ce dernier vers son seul résultat visible. Le mouvement n'est donc pas envisagé dans toutes ses composantes, il est fait notamment abstraction de sa distribution dynamique sur l'ensemble du membre supérieur (voir *infra* 2.3). Les tenants d'une approche phonologique optent ainsi pour une description opérée dans un cadre unique : un référentiel égocentré, tourné vers le corps, celui-ci servant tout à la fois à cadrer et à orienter.

Ceci pose problème puisque le cadre de référence (*i.e.* ce par rapport à quoi on constitue une description de la partie considérée) est confondu avec sa situation, autrement dit avec la place qu'elle occupe. Il n'y a donc pas de possibilité théorique de distinguer la position de la main de son emplacement. Les stratégies mises en œuvre par le sujet, pour le repérage dans l'espace ou le suivi de trajet, démontrent toutes le recours à un jeu varié de référentiels (Denis et Briffault, 1997 ; Tversky *et al.*, 1997). Or, quoique ces possibilités semblent en outre ancrées très tôt dans le

7. Aucun paramètre ne peut apparaître seul : une configuration est nécessairement orientée et un mouvement la met en place dans un emplacement particulier.

développement (Piaget, 1967 ; Berthoz & Jorland, 2004⁸), cette capacité de décentrement n'est pas prise en compte dans les approches de type phonologique.

Au sein du modèle de structuration morphémique, l'inventaire de valeurs morphémiques a principalement porté jusqu'ici sur la configuration. Plusieurs raisons permettent d'expliquer ce fait. D'une part, la délimitation des valeurs paramétriques du mouvement⁹, de l'orientation¹⁰ et, dans une moindre mesure, de l'emplacement¹¹, ne repose pas sur un référentiel unique qui constituerait un canon absolu de différenciation, d'autre part – et ceci a plus d'incidences théoriques –, une interdépendance entre les paramètres, et plus précisément entre certaines de leurs valeurs, les rend moins distinguables (la configuration '3' et le mouvement alterné sont associés pour tous les signes présentant cette configuration à l'exception de la numération. Ainsi [APPARTEMENT], [ANTENNE], [VIDÉO], [MAGNÉTOSCOPE], [GRELOTTER], [BAR], [COQ]¹², pour ne donner que quelques exemples, mais aussi [BRÉSIL] dont le mouvement est alterné sur la main avec en plus une rotation provenant de mouvement du bras et de l'avant-bras, [DANEMARK]¹³ mouvement également alterné et associé à une translation. Selon des directions différentes par rapport au plan moyen de la main, ces signes comportant cette configuration '3' présentent une suite de mouvements dans des directions opposées. Qu'en est-il alors des valeurs morphémiques de la configuration '3'¹⁴ ? Sont-elles redevables uniquement de cette configuration ? On a en réalité toutes les raisons de penser qu'une valeur morphémique associée à une configuration peut être distribuée sur plusieurs paramètres. Ainsi, ce qui est affecté à

8. Voir notamment des pages 158 à 162.

9. La direction du mouvement, la figure que trace la main, l'itération des mouvements constituent autant de sous-paramètres dont l'indépendance n'est sans doute pas totale et dont il faudrait définir les interrelations exactes.

10. Ce dernier paramètre n'a de valeur que dans un référentiel égocentré. Or de nombreux signes sont analysables en dehors du corps du locuteur: [BALLON] *op. cit.* t. 2, p. 208, vignette 7, [IMMEUBLE] *id.* t. 2, p. 158, v.7.

11. Qu'en est-il de l'emplacement des signes dont les mains sont en contact l'une avec l'autre à l'exclusion d'un autre emplacement corporel significatif ? La notion même d'emplacement est profondément égocentrée et limitée au corps sans prise en compte du membre supérieur ; cette notion est donc relative et unique. Ainsi, dans le signe LSF [SEMAINE] *id.* t. 3, p. 182, faut-il ou non voir une configuration de la main dominée qui inclut l'avant-bras jusqu'au coude ?

12. *Op.cit.*, t. 2, p. 158, v. 8 ; t. 2, p. 54, v. 4 ; t. 2, p. 54, v. 10 ; t. 2, p. 54, v. 9 ; t. 2, p. 104, v. 1 ; t. 3, p. 221, v. 5 ; t. 3, p. 102, v. 11.

13. *Id.* t. 3, p. 80, v. 9 ; t. 3, p. 76, v. 10.

14. Repérées par Christian Cuxac comme permettant de figurer toute forme plate et circulaire présentant une certaine autonomie ou toute forme munie de saillances dont la forme globale, en reliant imaginativement les extrémités de ces saillances, est circulaire (Cuxac, 2000, p. 119).

une valeur configurationnelle pourrait soit être commun aux paramètres dont les valeurs sont interdépendantes dans le signe en question (interdépendance interparamétrique), soit être une composition : cette valeur morphémique aurait été entièrement affectée à une seule valeur paramétrique alors qu'elle serait, de fait, la construction de deux valeurs morphémiques (interdépendance intraparamétrique).

L'exploration de ces interdépendances paramétriques est l'un des objectifs de la base. L'association récurrente de valeurs paramétriques dans plusieurs signes pour lesquels émerge systématiquement une même valeur morphémique laisse supposer qu'il s'agit en fait d'une composition et non d'une valeur à affecter à un seul paramètre, composition dont il faudrait identifier la valeur de chaque terme¹⁵ (*cf. supra* pour une part importante des signes avec la configuration '3'). Outre ces interdépendances, on doit évaluer l'existence d'incompatibilités d'associations entre paramètres, qui renforcerait l'hypothèse de compositionnalité. Remontant d'un cran, la composition passerait alors du statut d'état de fait à celui d'une intégration structurale.

2.3. Hypothèse de travail, suite : intégrer une détermination de type physiologique

Concernant le point (c), l'hypothèse de travail centrale ici concerne la part à faire à une détermination de type physiologique dans la définition des composants paramétriques et la nature de leurs interrelations. Cette prise en compte justifie par un autre biais l'intérêt de modifier les choix de référentiels. La structure de la base, de fait, résulte d'une déconstruction et d'une nouvelle approche descriptive (reconstruction) des paramètres, en partie fondées sur une étude antérieure de la gestualité conversationnelle analysée dans sa dimension physiologique (Boutet, 2001).

On propose ainsi une nouvelle approche de l'orientation. L'analyse de ce paramètre repose en effet classiquement sur un référentiel égocentré (par rapport à soi). On l'aborde ici selon des référentiels allocentrés (par rapport à des éléments particuliers autres que soi) eux-mêmes mobiles : ainsi de la main qui change continuellement de direction. L'orientation est alors considérée comme une localisation de la paume dans le référentiel des degrés de liberté de la main¹⁶. Cette localisation relative (dans le temps comme dans l'espace) trouve dans l'avant-bras un nouveau repère ; ce dernier segment est à son tour parfaitement situable dans ses possibilités articulaires exprimées par rapport au bras¹⁷. Remontant de la sorte

15. Dans l'hypothèse où l'on distingue encore deux morphèmes.

16. Au sein de trois matrices de la main : flexion/extension, pronosupination et abduction/adduction.

17. Les deux matrices de l'avant-bras : rotation intérieure/rotation extérieure et

jusqu'à l'épaule¹⁸, les localisations s'enchaînent pour finalement composer un emplacement. La décomposition d'un emplacement de la main en des localisations topologiques ainsi enchâssées (degrés de liberté de chaque segment) instaure donc un autre type de référentiel. Celui-ci autorise une autre expression de l'emplacement¹⁹ en même temps qu'une reconstruction de l'orientation. Dans ce référentiel général de type allocentré, le devenir de ces deux paramètres au cours d'un signe répond fréquemment au cadre qu'impose l'ensemble des contraintes articulaires. Paré de leur détermination physiologique, le devenir d'un emplacement ou d'une orientation s'inscrit dans l'encadrement dynamique fait de la juxtaposition des positions articulaires occupées par chaque segment. Les changements au cours du signe sont exprimés dans les matrices des segments qui bougent ; de telle sorte qu'à son tour le mouvement est exprimé de manière articulaire.

Emplacement, orientation et mouvement sont ainsi construits à partir d'un même type de référentiel ; ils sont décomposables et distribués selon un canon de déterminations physiologiques. On dispose alors à la fois de niveaux d'analyse infraparamétriques fortement dépendants dont quelques règles sont connues (Boutet, 2001 ; Boutet, 2007) et du moyen de traduire ces paramètres dans un référentiel égocentré²⁰. La prise en compte, dans cette reconstruction des composants paramétriques, de déterminations physiologiques identifiées doit permettre, à terme, de préciser la nature et l'incidence des contraintes de type physiologique (articulaire) dans la formation et la stabilisation des SST.

La mise en évidence de contraintes interparamétriques, leur définition et leur hiérarchisation, en termes quantitatifs et qualitatifs, visent à préciser la nature et la productivité des composants sublexicaux et les contraintes présidant à la création et à la stabilisation des SST. Les rapports entre forme et sens doivent être explorés à l'aune des contraintes reliant les instances paramétriques, et permettre de préciser quelles répercussions sémantiques entraînent une série de dépendances formelles.

flexion/extension.

18. Les deux matrices du bras sont la flexion/extension et l'abduction/adduction.

19. Expression topologique d'un emplacement selon un référentiel allocentré distribué sur le membre supérieur qui peut être traduite *in fine* en termes égocentrés (emplacement classique).

20. Notons que le chemin inverse qui irait de données dans un référentiel égocentré vers leurs traductions dans le référentiel allocentré articulaire est impossible ; d'où la prévalence que l'on doit donner à la physiologie.

3. Méthodologie et principes de structuration de la base de données

La base de données de type relationnel est écrite sous MySQL²¹ pour permettre un travail partagé (en ligne).

Pour chacun des 4 000 SST composant cette base de données (Girod *et al*, 1997) on note les composants morphémiques et paramétriques selon le type de relecture de ces paramètres exposé ci-dessus. Le paramètre de la configuration est traité sur la base de l'inventaire des trente-huit configurations de GI proposé par Cuxac²². Cet inventaire de configurations est complété par les dix-neuf configurations (apparemment propres aux SST) répertoriées en plus des précédentes par le dictionnaire qui sert de base au corpus (Girod *et al*, 1997). Cet inventaire ne se prétend pas définitif, le travail sur la base devant, au contraire, à terme, permettre de le valider en termes structuraux. L'inventaire et l'étiquetage des valeurs morphémiques par configuration sont réalisés dans un champ de la base ; cet inventaire rassemble des valeurs issues du processus d'iconicisation (valeurs identifiées en SGI) et celles venant de signifiants gestuels préexistants (emprunts à la gestuelle coverbale, dactylologie...). Chaque étiquette est discutée et affinée au fur et à mesure, une révision devant avoir lieu à l'issue de l'analyse.

Le modèle de conception dit MERISE de la base de données figure l'ensemble des tables²³ à l'intérieur desquelles se situent les champs, les relations entre ces champs et leur nature logique.

21. Serveur de base de données relationnelles permettant de stocker des données sous forme de tables qu'on peut mettre en relation et dont on peut extraire des informations voulues grâce à des requêtes.

22. Cuxac, 2000, p. 102-130.

23. Les tables dupliquant pour l'avant-bras et le bras l'orientation relative de la main (TAB_ORIENTATION_RELATIVE) ont été retirées par souci de clarté dans la présentation de ce schéma.

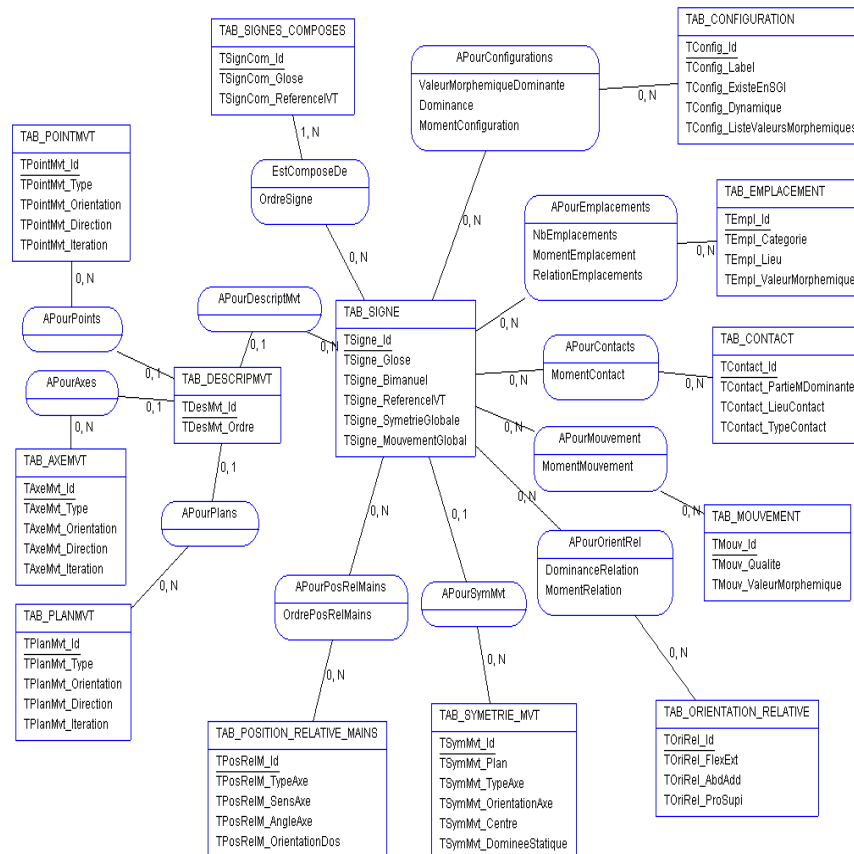


Schéma 1. : Modèle MERISE de la base de données BDLSF (Base de Données LSF)

L'emplacement et le contact (*tab_emplacement* et *tab_contact*, deux tables à droite dans le schéma) sont traités selon l'approche la plus exhaustive possible, à partir du travail d'inventaire réalisé par l'équipe développant HamNoSys²⁴ et, pour le contact, de l'analyse proposée pour Sign Writing²⁵. Le nombre de possibilités ainsi prises en compte est en théorie considérable. La description progressive des signes doit cependant permettre d'en extraire une cartographie dont les points de

24. <http://www.sign-lang.uni-hamburg.de/Projekte/HamNoSys/HamNoSysErklaerungen/englisch/Contents.html>

25. <http://www.signwriting.org/lessons/lessonsw/080%20Contact-Symbols.html>

densité sont, de fait, fortement contrastés et largement révélateurs des contraintes physiologiques. L'orientation codée essentiellement de manière distribuée (voir ci-dessus 2.3) relève de catégories articulaires pour chaque segment (il y a donc autant de tables que de segments). Dans cette section, une table renseigne également l'orientation d'une main par rapport à l'autre (tab_position_relative_mains, en bas et à gauche dans le schéma 1), ce qui tout à la fois permet de situer les mains entre elles et de qualifier d'emblée cette mise en relation qui compose une figure particulière, comme dans les signes [BALLON] et [IMMEUBLE]²⁶.

Le mouvement est renseigné sur plusieurs tables. Une table générale (tab_descriptmvt, à gauche) assemble plusieurs sous-tables apportant des précisions sur le mouvement des mains : le mouvement est exprimé par rapport à chaque configuration de manière quasi gabaritique dissociant ainsi la structure du mouvement de ce par rapport à quoi elle s'applique. Le mouvement peut ainsi être exprimé selon trois types de gabarits : un axe, un plan ou un point. Le type « axe » permet de rendre compte de l'influence que peut exercer un doigt de par sa saillance même ; le type « plan » quant à lui, permet de rendre compte d'une surface homogène représentée par la paume ou par les doigts accolés ; enfin le « point », en tant que contact de la pulpe, du bout d'un doigt, d'une articulation de phalanges ou de l'ongle, permet de mesurer plus finement ce dans quoi le mouvement trouve son origine.

Dans cette approche, une relation distributive lie les paramètres de la configuration et du mouvement. La description du mouvement vu comme un gabarit applicable sur un objet (la main), par ailleurs repéré dans sa forme interne (configuration) et dans son orientation présente le grand avantage d'affranchir de la lourde prise en compte de l'espace. Celui-ci se trouve en effet réduit à une étendue en instance du déploiement d'une forme dont la détermination dépend d'un objet situé. Le mouvement peut par ailleurs être reconstruit par le jeu des différents degrés de liberté dans les matrices des segments interreliés (bras, avant-bras et main, représentés dans le schéma 1 uniquement par la table de la main : Tab_orientation_relative) : cette reconstruction repose sur une décomposition de ce qui bouge et permet d'envisager la direction et le déroulé du mouvement de manière distribuée et non égocentrée. La mise en contraste en premier lieu du mouvement gabaritique appliqué à la configuration et, en second lieu, du mouvement également allocentré, mais distribué sur l'ensemble des segments du membre supérieur, doit permettre de définir pour chaque signe la part effective de détermination que la configuration exerce sur le mouvement, ainsi que les jeux complémentaires entre les segments.

Enfin, pour les très nombreux signes à deux mains actives, la description du type

26. Voir *supra*, note 10, pour les références de ces signes standard.

de symétrie (plan, axe ou centre, voir schéma 1, Tab_Symetrie_Mvt) et de leur orientation doit permettre de tester la validité d'une économie graphique telle qu'on ne noterait que l'orientation et le mouvement d'une seule main, la position de l'autre se déduisant du type de symétrie.

4. Résultats initiaux

Un peu plus de 1 300 signes sont actuellement renseignés (un tiers des signes du dictionnaire). Les champs concernant les valeurs morphémiques des paramètres de l'orientation, du mouvement et de l'emplacement seront remplis en dernier. Le critère principal guidant le choix des premiers signes renseignés est la configuration. Parmi ces configurations, nous avons opté – second critère – pour des configurations à la fois diversifiées en termes articulatoires et caractérisées par une forte fréquence ('index tendu', 'poing fermé', '5', 'faisceau', 'clé', 'main plate pouce accolé', 'poing fermé pouce tendu').

Les résultats présentés en suivant portent sur les données relatives aux trois premières de ces configurations.

4.1. Pour les configurations

L'analyse, en effet, a porté sur les 645 signes simples du lexique standard actuellement recensés dans le dictionnaire d'IVT (Girod *et al.*, 1997) dont la configuration est soit 'poing fermé' (180), soit 'index tendu' (285), soit '5' (180). Il s'est avant tout agi de proposer un étiquetage et, de là, un inventaire des valeurs morphémiques associées à chaque configuration au sein de ces signes. Il en émerge un début de confirmation de l'hypothèse d'une structuration sublexicale de type morphémique, l'attribution non ambiguë d'une valeur de sens à la configuration concernant au minimum 83,7 % des signes pour 'poing fermé', 79,7 % pour 'index tendu', 79 % pour '5'. Si l'attribution, la définition (étiquetage) et l'assignation des valeurs morphémiques seront très probablement – on l'a indiqué – à réinterroger et restructurer, certains choix théoriques qui ont sous-tendu la démarche trouvent à l'arrivée un début de validation en retour. Les trois configurations concernées étant attestées dans les SGI (proformes²⁷), le point de départ délibéré a en effet été pour chacune d'entre elles la prise en compte des valeurs morphémiques recensées par (Cuxac, 2000). L'hypothèse d'un ancrage direct de ces valeurs (constantes

27. Au sens spécifique donné à ce mot par C. Cuxac (Cuxac, 2000) : des configurations de GI renvoyant à des formes génériques (percepts) et permettant au signeur de *spécifier* la forme du référent instancié dans le discours (visée illustrative).

forme/sens) dans un processus d'iconisation de l'expérience perceptivo-pratique est corroborée par le fait qu'elles se laissent analyser selon trois grands principes de constitution (primitives iconiques) : saisie de forme, reprise de forme, reprise de taille (voir aussi à ce sujet (Johnston & Schembri, 1999 ; Schembri, 2003)). Notre travail d'inventaire, par la cohérence interne qu'il met à jour sur un nombre conséquent de SST, confirme alors deux points non triviaux :

- 1) le transfert massif dans ces SST de valeurs issues de la GI : ces valeurs représentent 65,6 % des valeurs de sens présentes pour la configuration 'poing fermé', 45,7 % pour 'index tendu' et 56,8 % pour '5'. Ainsi, en ce qui concerne la configuration 'poing fermé', la valeur de « reprise d'une forme plus ou moins sphérique considérée dans l'intégralité de son volume », probablement issue de transferts de forme où elle est largement attestée (Cuxac, 2000, p.107-108), se retrouve-t-elle dans des SST comme [JUMEAUX], [(se) NOYER], [ISOLÉ, SOLITUDE] ou encore [ACCOUCHER]²⁸. De manière encore plus massive pour cette configuration, la valeur de « saisie d'une forme mince cylindrique », attestée fréquemment dans les transferts personnels, se retrouve dans de nombreux SST comme par exemple dans [BROSSE À CHEVEUX], [CARTABLE], [REPASSER] ou [HÉRITAGE]²⁹. Ce constat alimente largement l'hypothèse d'une lexicogenèse ancrée dans la mise en œuvre d'une intention de « dire en montrant » ;
- 2) la robustesse de la catégorisation selon ces trois primitives de construction d'unités forme/sens, les valeurs de GI présentes dans les signes étudiés s'avérant bien ainsi catégorisables.

À ces valeurs directement issues de la GI s'ajoute un ensemble de valeurs autres, propres aux SST, et qu'il est également possible de catégoriser : valeurs dactylogiques (et, plus largement, reprises gestuelles de la forme de graphies préexistantes), valeurs culturalisées liées à des emprunts directs à la gestualité coverbale (gestualité naturelle plus ou moins culturalisée). Le pourcentage de ces emprunts à la gestuelle commune est loin d'être anodin : 14,7 % pour 'cinq' (ainsi de [CRAINdre], [AU REVOIR], [ENCOURAGER]³⁰, par exemple) et 6,4 % pour 'poing fermé' (comme dans les SST [COMMUNISME, COMMUNISTE] ou [DOMMAGE]³¹). Le chiffre semble mineur pour la configuration 'index tendu' : 1,8 %. Cette configuration constitue toutefois un cas particulier, lié à l'investissement linguistique essentiel (à valeur morphosyntaxique) que font les LS de son utilisation comme pointeur. Et, de fait, la valeur déictique de cette

28. *Op. cit.*, t. 3, p. 204, v. 3 ; t. 3, p. 198, v. 11 ; t. 2, p. 130, v. 11 ; t. 3, p. 127, v. 5.

29. *Id.*, t. 2, p. 112, v. 2 ; t. 3, p. 42, v. 2 ; t. 2, p. 152, v. 6 ; t. 3, p. 203, v. 3.

30. *Id.*, t. 2, p. 129, v. 3 ; t. 2, p. 56, v. 8 ; t. 2, p. 216, v. 6.

31. *Id.*, t. 3, p. 214, v. 2 ; t. 2, p. 65, v. 12.

configuration représente 30,6 % des valeurs morphémiques pour les 285 signes concernés : il serait donc légitime d'inclure cette valeur déictique issue du geste de pointage dans les phénomènes d'emprunt à la gestualité naturelle.

Il ressort finalement de cette analyse que, pour chaque configuration, l'inventaire des valeurs morphémiques est restreint – six valeurs morphémiques au maximum par configuration –, deux valeurs prototypiques, toujours issues de la GI, se détachant systématiquement par un taux de productivité remarquable. À titre d'exemple, les deux valeurs mentionnées et illustrées ci-dessus de « saisie d'une forme mince cylindrique » et de « reprise d'une forme plus ou moins sphérique considérée dans l'intégralité de son volume » représentent 65,6 % des valeurs morphémiques associées à la configuration 'poing fermé'. Il est dès lors permis d'envisager une représentation morphémo-graphique elle-même prototypique et économique de telles constantes forme/sens.

4.2. Pour la position relative

Nous cherchons ici à établir sur une base articulaire l'existence de liens contraints entre les segments, notamment entre la main et l'avant-bras. La recension précise des positions relatives de chaque segment au sein de leur matrice rend compte des positions réellement occupées et, en creux, de l'influence mutuelle des degrés de liberté. Or, dans une approche articulaire, l'emplacement envisagé dans ses composantes segmentales (résultat de la somme des positions relatives du bras, de l'avant-bras jusqu'à la main) et l'orientation comme résultat de positions des mêmes segments, la main en plus, partagent l'essentiel de leur déterminations. La position relative de la main est donc au cœur du lien entre ces deux paramètres : l'ensemble des contraintes entre ses degrés de liberté a un impact sur ces paramètres et devrait éclairer les phénomènes d'interdépendance. Nous nous limiterons ici à la présentation des résultats pour la matrice manuelle, soit les trois degrés de liberté (ddl) manuels que sont la flexion/extension, la pronosupination et l'abduction/adduction (pour plus de détails sur la géométrie de ces degrés de liberté voir (Kapandji, 1981 ; Boutet, 2001)).

Les deux premiers degrés ont une amplitude large d'environ 180 ° tandis que l'abduction/adduction est très vite limitée dans son mouvement (15 ° pour le premier pôle et 45 ° pour le second). Pour chacune de ces valeurs, l'amplitude a été codée selon sept items possibles pour la flexion/extension et la pronosupination (90 °, 60 ° et 45 ° pour chaque pôle plus la position intermédiaire –0 °) ; le codage des amplitudes de l'abduction/adduction sur cinq items donne deux valeurs maximales (max), deux valeurs moyennes (moy) et une position intermédiaire (0 °). Parmi les trois ddl de la main, seul le mouvement de pronosupination n'a aucune incidence

directe sur l'avant-bras. Le mouvement des deux autres (flex/exten et abd/add), s'il est appuyé, débouche sur un transfert de mouvement sur l'avant-bras. Ces deux ddl sont donc en continuité avec ceux de l'avant-bras. Cet abouchement structurel intersegmental entre des ddl exerce une influence notable sur les signes, notamment pour l'amplitude stabilisée des ddl manuels. Le principe est le suivant : au sein de chaque matrice, l'amplitude la plus stable est celle qui exerce le moins d'actions sur un autre ddl. À côté des transferts de mouvement entre les segments, les relations géométriques entre les matrices de la main, lorsque cette dernière est en position de flexion ou d'extension maximale, génèrent une fusion transitoire entre l'abd/add et la pronosupination (Boutet, 2001 ; Boutet 2007). On voit par là que si la main est en position de flexion ou d'extension marquée, alors, d'une part, ceci favorise un transfert (inter ou intrasegmental) et, d'autre part, une position de pronosupination marquée entraînera par fusion avec l'abduction/adduction un transfert du mouvement accru sur l'avant-bras. Les contraintes présentes à plusieurs niveaux réduisent de manière assez drastique le nombre des positions relatives stables de la main.

Dans le tableau ci-dessous sont détaillées les positions de plus de 600 signes selon les trois ddl de la main, exprimées au sein de chacune des matrices. Rappelons qu'une position s'exprime simultanément par les trois matrices. Le nombre de positions rend compte des deux mains, et parfois à trois moments pour chacune (trois positions successives dans le signe), de sorte que le nombre total ici est de 1613. Les pourcentages expriment la proportion des positions pour chaque ddl. Les amplitudes identiques ont été comptabilisées ensemble afin de présenter les positions par rapport à chaque matrice. Ainsi des positions de pronation de 90 ° et de supination également de 90 ° ont-elles été rassemblées.

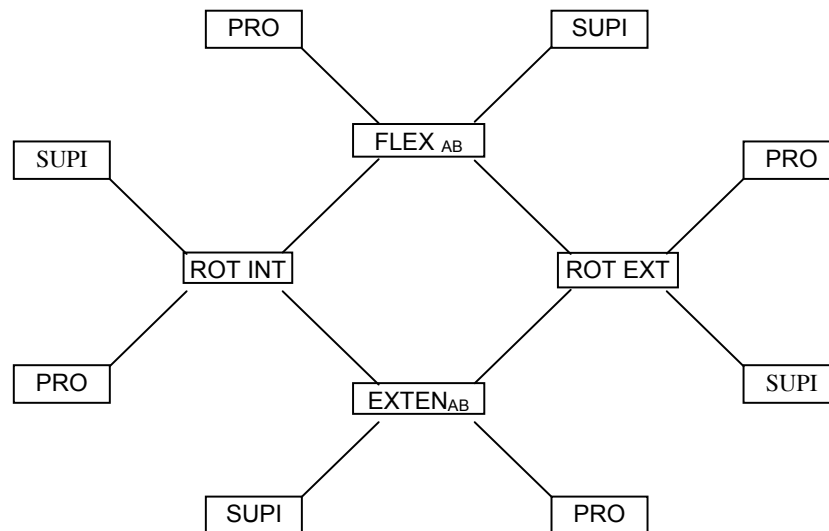
	Pronosupination	Flexion/extension	Abd/adduction
90 °/max	49,8 %	8,9 %	28,8 %
60 °	15,1 %	19,6 %	
45 °/moy	9,6 %	34,6 %	20,7 %
0 °	25,5 %	36,9 %	50,5 %

Tableau 1 : Proportion des positions dans la matrice manuelle

Les positions sont marquées. Elles correspondent pour partie aux contraintes évoquées. Dans environ 65 % des cas (49,8 % + 15,1 %) au sein de la matrice pronosupination, les signes sont tournés vers les deux positions maximales (90 ° et 60 °) tandis qu'à l'inverse, pour la flexion/extension et l'abduction/adduction plus de 71 % des signes sont centrés autour de la position intermédiaire (45 °/moy et 0 °). Pour ce dernier cas, d'un côté, à cause des transferts directs possibles sur l'avant-bras, la stabilisation opère un positionnement autour de la situation intermédiaire

(0° et 45°), de l'autre, l'évitement d'un transfert intrasegmental – situation instable – explique que la flexion/extension maximale soit la position la moins représentée (8,9%). Ces résultats sont valables quelle que soit la configuration. Si de légers changements affectent la position relative de la main à cause des relations différenciées entre les doigts et la paume ('poing fermé', 'index', '5'), aucun ne remet en cause les proportions dégagées dans le tableau. Une question apparaît toutefois. Puisque le ddl pronosupination n'implique pas un transfert de mouvement sur l'avant-bras, pour quelle(s) raison(s) les signes sont-ils très majoritairement dans une position maximale ? S'agit-il d'une stabilité conférée uniquement par les butées articulaires de part et d'autre de l'amplitude de la pronation et de la supination ou bien cette position particulière émane-t-elle d'un autre segment ?

Lorsque les deux ddl de l'avant-bras bougent de manière simultanée (rot.int/rot.ext et flex/exten) ou lorsqu'un ddl est en position marquée tandis que l'autre bouge, une répercussion involontaire affecte la pronosupination (voir le schéma 2 ci-dessous et (Boutet & Garcia, 2006)). La phase de mise en place du signe et son cortège de mouvements pour l'avant-bras affectent la position relative de la main. Ainsi, on peut retracer *a priori* le chemin suivi par l'avant-bras pendant la mise en place du signe à partir de la seule position relative de la main (matrice pronosupination).



Flex_{AB} + Rot. Int. > Pro.
 Exten_{AB} + Rot. Int. > Supi.
 Flex_{AB} + Rot. Ext. > Supi.
 Exten_{AB} + Rot. Ext. > Pro.

Rot. Int. + Flex_{AB} > Supi.
 Rot. Int. + Exten_{AB} > Pro.
 Rot. Ext. + Flex_{AB} > Pro.
 Rot. Ext. + Exten_{AB} > Supi.

Schéma 2 : Figure des aboutissements entre les degrés de liberté de l'avant-bras et la pronosupination

Que la position relative de l'avant-bras soit enchaînée à partir d'un signe précédent ou bien prise isolément, la pronosupination en début de signe garde l'empreinte du mouvement effectué par l'avant-bras. Lorsque l'on va plus avant dans la fouille des données, on remarque que les positions de pronosupination de 90 ° représentent 78,8 % des cas où un ddl de la main au moins est au maximum d'amplitude dès le début du signe ([IMPOSSIBLE] où la pronation est à 90 ° et [CRAINdre]³² pour lequel la main est en supination 90 °). De manière plus nette encore, pour des signes très stables pour lesquels il n'y a pas de mouvement relatif de la main par rapport à l'avant-bras pendant tout le déroulement du signe, la position de pronosupination maximale (90 °) représente 83,5 % des positions manuelles qui ont au moins une position maximale ([FILLE] pronation max., [BANLIEUE] pronation max., ou bien encore [ABÎMER] en sup. max et [ÊTRE DÉSOLEÉ]³³ en pro. max). Dans la quasi-totalité des cas où la pronosupination reste à 90 ° pendant toute la durée du signe (151 signes), les positions relatives de l'avant-bras en début de signe sont très marquées ; seuls treize cas dérogent à ces positions maximales de l'avant-bras. Ces derniers s'expliquent majoritairement par des déterminations dues au contact ([AUSSI], [TOUJOURS], [DEHORS], [MANÈGE], [STYLO], [AFFLUENT]³⁴...). On note une corrélation forte et une détermination nette entre la position relative de l'avant-bras et la position au maximum de la pronosupination.

La situation inverse, c'est-à-dire, toujours pour les signes sans mouvement relatif manuel dans leur déroulement, avec les cas où la position de la pronosupination est cette fois égale à 0 °, répond-elle à des positions peu marquées de l'avant-bras ? En fait, sur 94 signes dont la position de pronosupination est intermédiaire (0 °), seulement huit cas ont une position de rotation et de flexion/extension de l'avant-bras marquées. Pour tous ces signes [AMORTISSEUR], [JUSQU'AU BOUT], [AU FOND], [REGARDER AU MICROSCOPE], [CROIRE], [PENSER], [LOGIQUE], [ÊTRE CONTENT]³⁵, le contact semble déterminant. Ainsi, la règle de transfert dynamique du mouvement de l'avant-bras vers la pronosupination, doublement asymétrique puisque, non réversible (pronosupination vers l'avant-bras impossible) et limitée aux positions maximales, bénéficie visiblement d'une forte primauté dans la hiérarchie des règles qui restent à dégager : elle est valide pour plus de 92 % des cas de son champ d'application.

Par ailleurs, la position relative de l'avant-bras participe très activement à

32. *Id.*, t. 2, p. 60, v. 10 ; t. 2, p. 129, v. 3.

33. *Id.*, t. 3, p. 209, v. 7 ; t. 2, p. 157, v. 5 ; t. 2, p. 186, v. 1 ; t. 2, p. 126, v. 7.

34. *Id.*, t. 2, p. 62, v. 10 ; t. 3, p. 189, v. 5 ; t. 3, p. 192, v. 11 ; t. 2, p. 208, v. 12 ; t. 3, p. 46, v. 8 ; t. 3, p. 122, v. 10.

35. *Id.*, t. 3, p. 238, v. 5 ; t. 3, p. 191, v. 1 ; t. 3, p. 193, v. 8 ; t. 3, p. 165, v. 4 ; t. 2, p. 123, v. 2 t. 2, p. 119, v. 1 t. 2, p. 126, v. 9.

l'emplacement de la main (entendu au sens de Stokoe). Notons cependant que le bras y joue également un rôle, même s'il reste le plus souvent sur le côté du corps. En outre, les trois matrices de la main qui participent au même titre que la position de l'avant-bras à l'orientation (selon un référentiel égocentré) sont contraintes dans leur amplitude comme on l'a vu. On constate ainsi une interdépendance étroite entre emplacement et orientation. Il sera possible à terme, à partir de cette interdépendance, de mesurer la probabilité d'associations de positions des ddl entre eux et d'en déterminer les rapports de hiérarchie.

Dans une approche physiologique pour laquelle on a validé quelques règles, le lien continu entre les segments permet de tester les relations entre les positions relatives des doigts dans leur matrice et celles de la main. En remontant ainsi, dans le référentiel allocentré et distribué dont rend compte cette base, la configuration et ses différentes stabilisations, l'orientation et ses déclinaisons – l'emplacement dans ses diverses composantes segmentales – s'avèrent liées entre elles par le mouvement.

5. Bilan et perspectives

Les premiers résultats de la base de données morphophonétique du lexique de la LSF présentée ici corroborent l'hypothèse d'une structuration sublexicale de type morphémique. L'économie de cette base met en évidence, par ailleurs, l'intérêt de substituer au référentiel courant d'analyse (égocentré) des repères allocentrés et distribués. Ce nouveau cadre de référence permet en effet d'explorer les relations inter et intraparamétriques, la base de données conçue sur ces bases instaurant une falsifiabilité pour leur évaluation.

Les premières analyses révèlent, pour les configurations renseignées, la présence de valeurs morphémiques (constantes forme/sens) dans 80 % des signes, qui s'avèrent en outre majoritairement identiques à celles attestées dans les SGI (*'productive signs'*). Ceci corrobore l'hypothèse du rôle crucial de ces structures dans la lexicogénèse. Parallèlement, il ressort de nos résultats que les positions relatives allocentrées de la main répondent à des déterminations physiologiques qui lient de manière indissociable l'emplacement, l'orientation et le mouvement. Nous avons commencé l'inventaire de ces déterminations. Celui-ci doit être étendu aux autres segments pour faire émerger les microdynamiques d'interdéterminations paramétrique et infraparamétrique à l'œuvre dans chaque signe.

Analysée à l'aune de critères physiologiques de type morphogénétique, la stabilisation des signes apparaît encadrée par deux limites. D'un côté, la limite statique où aucun mouvement ne survient plus du fait de positions matricielles intermédiaires (0°) pour tous les segments – sans mouvement pas de signe –, de

l'autre, le cas où les positions matricielles sont toutes au maximum d'amplitude, générant une dynamique de mouvement permanent : l'absence de stabilisation empêche ici aussi – quoique d'une autre manière –, l'avènement des signes. Prise entre ces deux asymptotes et dans les jeux anisotropes des contraintes segmentales, comment une congruence opère-t-elle entre les segments pour stabiliser des formes gestuelles ? Comment, et selon quelle dynamique et quelles hiérarchies, s'opère l'intrication entre l'iconicité et les contraintes que la physiologie exerce sur son expression gestuelle ? Comment la modalité visuelle, fortement structurante pour l'iconicité, d'une part, et la modalité proprioceptive, stabilisatrice des formes gestuelles, d'autre part, articulent-elles leurs effets dans la genèse des constantes forme/sens ? Modalités à deux polarités chacune, de structuration et de saisie perceptive, ce qui, de l'une, est structurant pour le signe se répercute en effet indéfectiblement sur l'autre. Ainsi, l'émergence d'un homéomorphisme entre ces deux modalités bipolaires, diffusant de manière bijective de l'une à l'autre, assure la circulation entre les contraintes de maintien d'iconicité et des contraintes articulo-perceptives. Cette multimodalité reste encore à explorer, cette *base de données* constituant un socle à partir duquel quelques réponses peuvent advenir.

Ajoutons finalement que l'étude amorcée ici sur la structure interne des signes lexicalisés appréhendés hors discours doit être complétée par l'étude de la compositionnalité de signes en contexte discursif. Seule, en effet, l'analyse systématique de signes émergents (néologismes) peut permettre, à terme, d'attester la productivité et donc le caractère authentiquement morphémique des composants sublexicaux identifiés et de valider, *in vivo*, les règles de leur compositionnalité. La lexicogénèse résultant d'une dynamique intradiscursive, dans le va-et-vient des visées entre unités de transfert et unités lexicales ou en voie de lexicalisation ; la compréhension des mécanismes à l'œuvre dans la stabilisation des signes relève également de leur insertion dans des emplans plus larges que celui de l'unité lexicale.

6. Bibliographie

- Berthoz A., et Petit, J-L., *Phénoménologie et physiologie de l'action*, Odile Jacob, Paris, 2006.
- Berthoz A., et Jorland, G., *L'Empathie*, Odile Jacob, Paris, 2004.
- Boutet D., Gesturing, As Substratum and Support: A case of Continuity, *Conference Proceedings of Interacting Bodies, 2nd conference of The International Studies for Gesture Studies*, Lyon, 2007. http://gesture-lyon2005.ens-lsh.fr/article.php3?id_article=220
- Boutet D., Approche morphogénétique de la gestuelle conversationnelle. Saint-Denis: Thèse de doctorat Université de Saint-Denis, 2001.
- Boutet D., Garcia B. Finalités et enjeux linguistiques d'une formalisation graphique de la

- langue des signes française (LSF). *Glottopol* 7, 2006, p. 32-52.
- Brennan, M., Encoding and capturing productive morphology, *Sign Language & Linguistics-Special Issue, Sign transcription and database storage of sign information* ; 4, n. 1/2. 47-62, 2001.
- Brentari, D., *Theoretical Foundations of American Sign Language Phonology*, University of Chicago, PhD, 1990.
- Cuxac C., Fonctions et structures de l'iconicité des langues des signes. Thèse de doctorat d'État, Université Paris V, 1996.
- Cuxac C., *La langue des Signes Française (LSF), Les voies de l'iconicité*. Paris : Ophrys, 2000.
- Cuxac C., « Phonétique de la LSF : une formalisation problématique ». *Linguistique de la LSF : recherches actuelles*, Actes du colloque de Villeneuve d'Ascq (23-24 septembre 2003), Anne-Marie Berthonneau et Georgette Dal (éds), *Sillexicales*, n °4, Université Lille 3, 2004, p.173-183.
- Denis, M. et Briffault, X., Les aides verbales à la navigation, in *Langage et cognition spatiale*, M. Denis (ed.), Masson, Paris, 1997, p. 127-154.
- Engberg-Pedersen, E., Point of View Expressed Through Shifters, In *Language Gesture and Space*, ed. K. Emmorey et J. Reilly, Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, 1995, p. 133-154.
- Fusellier-Souza, I., *Sémiogénèse des langues des signes. Primitives conceptuelles et linguistiques des langues des signes primaires (LSP)*. Thèse de Doctorat, Université Paris 8, 2004.
- Fusellier-Souza, I. (2006), Emergence and development of Signed Languages: from a Semio-genetic point of view. In *Sign Language Studies*, volume 7, n ° 1, Automne 2006. Gallaudet University Press. 2006, p. 30-56.
- Garcia B., The methodological linguistic and semiological Bases for the elaboration of a written form of LSF (French Sign Language), Actes de LREC 2006, 2007.
- Garcia B., Boutet D., Braffort A., Dalle P., Sign Language (SL) in Graphical Form: Methodology, modélisation and representations for gestural communication, *Conference Proceedings of Interacting Bodies, 2nd conference of The International Studies for Gesture Studies*, Lyon, 2007. http://gesture-lyon2005.ens-lsh.fr/article.php3?id_article=230
- Girod M. et al., *La langue des signes française, dictionnaire bilingue LSF/français*, tomes 2 et 3. Paris, éditions d'IVT, 1997.
- Jouison, P., *Écrits sur la Langue des Signes Française (LSF)*. B. Garcia (ed). *Sémantiques*, L'Harmattan, Paris, 1995.
- Johnston, T.A. et Schembri, A., On Defining Lexeme in a Signed Language. In *Sign Language & Linguistics* 2 : 2, 1999, p. 115-185.

- Kapandji I. A., *Physiologie articulaire, membre supérieur*. Paris : Maloine, 1980.
- Liddell, S. Structures for Representing Handshape and Local Movement at Phonemic Level, *In Theoretical Issues in Sign Language Research*, vol. I, ed. S.D.Fischer et p. Siple, University of Chicago Press, 1990, p.37-65.
- Liddell, S., Real, Surrogate, and Token Space: Grammatical Consequences in ASL, *In Language Gesture and Space*, K. Emmorey et J. Reilly (eds), Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, 1995, p. 19-41.
- Liddell, S., *Grammar, Gesture, and Meaning in American Sign Language*, Cambridge University Press, 2003.
- Perlmutter, D., On the segmental representation of transitional and bidirectional movements in ASL phonology. *In Theoretical Issues in Sign Language Research*, vol. I, ed. S.D.Fischer et p. Siple, University of Chicago Press, 1990, p.67-80.
- Piaget, J., *La construction du réel chez l'enfant*, Delachaux Niestlé, Genève, 1967.
- Prince & Smolensky, *Optimality Theory: Constraint Interaction in Generative Grammar*. Rutgers University Center for Cognitive Science Technical Report 2, 1993.
- Richir, M., Symétrie chirale et constitution de l'espace, *in Symétries, symétries et asymétries du vivant*, M. Siksou (ed), Hermès, Paris, 2005, p. 21-27.
- Sandler, W., Temporal Aspects and ASL Phonology, *In Theoretical Issues in Sign Language Research*, vol. I, ed. S.D.Fischer et p. Siple, University of Chicago Press, 1990, p. 7-35
- Schembri, A., Rethinking «classifiers» in signed languages. In Emmorey, K. (ed.), *Perspective on Classifier Constructions*. In *Sign Languages*. Lawrence Erlbaum Assoc., 2003, p. 3-34.
- Studdert-Kennedy, M. & Lane, H., Clues from the differences between signed and spoken language. In *Signed and spoken language: biological constraints on linguistic form*. Ursula Bellugi & M. Studdert-Kennedy (eds). Harvard University Press, 1981.
- Tversky, B. et Taylor, H., Langage et perspective spatiale, *in Langage et cognition spatiale*, M. Denis (ed.), Masson, Paris, 1997, p. 25-50.

Renna, I., DELACROIX, S., Catteau, F., Vincent, C., & Boutet, D. (2015). Characterisation of gestural units in light of human-avatar interaction. *EAI Endorsed Transactions on Creative Technologies*, 15(3), 10.4108/ct.2.3.e5. <https://doi.org/10.4108/ct.2.3.e5>



Characterisation of gestural units in light of human-avatar interaction

Ilaria Renna, Sébastien DELACROIX, Fanny Catteau, Coralie Vincent,
Dominique Boutet

► To cite this version:

Ilaria Renna, Sébastien Delacroix, Fanny Catteau, Coralie Vincent, Dominique Boutet. Characterisation of gestural units in light of human-avatar interaction. EAI Endorsed Transactions on Creative Technologies, 2015, 15 (3), pp.10.4108/ct.2.3.e5. <10.4108/ct.2.3.e5>. <hal-01162801>

HAL Id: hal-01162801

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01162801>

Submitted on 12 Jun 2015

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Characterisation of gestural units in light of human-avatar interaction

I. Renna^{1,*}, S. Delacroix², F. Catteau¹, C. Vincent¹, D. Boutet¹

¹Structures Formelles du Langage, UMR 7023 (CNRS / Université Paris 8)

²Laboratoire d'Analyse du Mouvement, Institut National de Podologie, Paris

Abstract

We present a method for characterizing coverbal gestural units intended for human-avatar interaction. We recorded 12 gesture types, using a motion-capture system. We used the markers positions thus obtained to determine the gestural units after stroke segmentation. We complement our linguistic analysis of gestures with an elaboration of our biomechanical hypotheses, our method of segmentation, our characterization hypotheses and the results obtained.

Keywords: Gesture units, stroke segmentation, gesture characterization.

Received on 22 May 2014, accepted on 18 September 2014, published on 2 June 2015

Copyright © 2015 I. Renna et al., licensed to ICST. This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution licence (<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>), which permits unlimited use, distribution and reproduction in any medium so long as the original work is properly cited.

doi: 10.4108/ct.2.3.e5

1. Introduction

Characterization of the meaning of gestures is traditionally based on body-oriented descriptions [36] capturing the gestural elements according to a global description of bodily reference points. We aim to show that the meaning of different Gestural Units (GUs) can be defined on the basis of forms along the upper limb, using multiple reference points that are not limited to body-orientation, but oriented via each of the segments (hand, forearm, arm), thus facilitating an automatic characterization of gestures to exploit in a human-avatar context.

This work takes place in the CIGALE project, whose final goal is to create novel human-avatar interactions in the context of theatrical performances starting from the off-line analysis, characterization and classification of 4 different datasets of gestures we recorded using a motion-capture system; one of these datasets is presented (Sec. 3) and exploited in this work. Once the off-line study is completed, the project will move to the on-line analyses in order to evaluate the actual possible interaction between humans and the avatar,

whose behavior has been built exploiting the off-line gesture analysis.

After presenting the state of the art from a linguistic and engineering point of view (Sec. 2), we describe the database and the adopted biomechanical model (Sec. 3). Section 4 provides an overview of the linguistic framework within which our semantic characterization of co-verbal gestures is presented. The gesture significant part (*stroke* [31], Sec. 5) segmentation represents a necessary preliminary to such characterization, since it is impossible to characterize the meaning of a gesture without knowing when it occurs. For this purpose, an automatic segmentation is presented and tested against the segmentation of two coders, which serves as ground truth, in line with the highest standard methods of both domains: robotics and linguistics (Sec. 5). Once this operation is validated, automatic characterization relies on centering with respect to the motion variation of the degree of freedom (DOF) – the pronation-supination (Sec. 6). We conclude summing up our results and presenting future work (Sec. 7).

*Corresponding author. Email: ilaria.renna@gmail.com

2. State of the art

Gesture segmentation in concatenated units inspired by Kendon's work [25, 26, 30] is widely used: a Gesture Unit consists of a series of Gesture Phrases which are themselves composed by Gesture Phases. Each latter unit includes the core-meaning of the gesture, named *stroke* (see Sec. 5). Other studies try to set up syntagmatic rules system for movements phases available for both gesture and sign of sign languages [31]. Minor differences exist between these approaches. In the linguistics part of the present study, we adopt Kendon's terminology.

According to their meaning or function, gestures are classified in several categories. McNeill [37], following overall Kendon's classification [27], differentiates gestures in beats, which punctuate the discourse, deictics which includes pointing gestures, iconics which are "images of concrete entities and/or actions" and metaphors which show "images of the abstract".

Our study concerns gestures which belong to both iconic and metaphoric categories. We adopt Kendon's type gesture of quotable gestures defined as "those standardized gestures which have fairly stable meanings within a given community and which, on the whole, appear to serve in the place of a complete speech act of same sort" [28].

Gestures/actions segmentation is necessary to cut streams of motions into single instances that are consistent to the set of initial model hypotheses and that can be used as training sequences for recognition. In computer vision, different techniques are used to prepare data for gesture recognition and the segmentation concerns image processing methods to extract features [12, 13, 33, 48] to represent the spatial structure of gestures. Such features are then exploited to learn the temporal structure of gestures with different methods, e.g. Hidden Markov Models (HMMs) [7, 20, 50, 54], Baum-Welch [3], parametric models [21, 56] and others.

When temporal segmentation is needed, different kinds of methods can be used to investigate motion profiles and trajectories to recognize human gestures. A general approach for segmenting actions is based on *concatenating action grammars* to model transitions

in a gesture or between consecutive gestures [53]. Concatenative grammars can be built, for instance, by joining all models in a common start and end node and by adding a loop-back transition between these two nodes; segmentation and labeling of a complex action sequence is then computed as a minimum-cost path through the network using dynamic programming techniques. Some works [34, 43] use such networks for action recognition based on HMMs, others [38, 48] on Conditional Random Fields (CRFs) or on semi-Markov models [46].

Another strategy for recognizing gestures consists in dividing video sequences into multiple, overlapping segments, using a *sliding window*; classification is then performed sequentially on all the candidate segments, and peaks in the resulting classification scores are interpreted as gesture locations. Sliding window are used in many template-based representations [17, 59], in combination with dynamic time warping (DTW) [13, 39] and even grammars [4]. For example, Abdelkader et al. [1] propose a template-based approach using DTW to align the different trajectories using elastic geodesic distances on the shape space; the gesture templates are then calculated by averaging the aligned trajectories.

A common strategy is to use a generic segmentation method based on detecting *motion boundaries*, then separately classifying the resulting segments. Such motion boundaries are typically defined as discontinuities and extrema in acceleration, velocity, or curvature of the observed motions. For example, Ogale et al. [40] segment action sequences by detecting minima and maxima of optical flow inside body silhouettes; Zhao et al. [58] calculate velocity and treat local minima in the velocity as gesture boundaries; Wang et al. [51] treat local minima in acceleration as a gesture boundary, allowing them to construct a motion alphabet whose "characters" of this motion are then combined using a HMM; Kahol et al. [24] tested a user centric gesture segmentation algorithm and developed observer profiles based on how individual users segment motion sequences, encoding gesture boundaries as a binary vector of hierarchically connected body segment activities. Boundary detection methods are attractive because they provide a generic segmentation of the video, which is not dependent on the gestures classes; some precautions

are needed because they are not stable across view-points and they are easily confused by the presence of multiple, simultaneous movements.

Movements primitives can also be extracted as joint trajectories using Principal Component Analysis (PCA) [18, 23]. In Lim et al. [32] each movement primitive is represented and stored as a set of joint trajectory basis functions that are then extracted via a PCA of human motion capture data. In [2], gestures computed from inertial sensors are defined by hand paths as a discrete time sequence in the Cartesian space; these are converted to training functional data by basis function expansions using B-splines (curve fitting), and then Functional Principal Component Analysis (FPCA) is performed on all the training data to determine a finite set of functional principal components (FPCs) that explain the modes of variation in the data.

Other sensors than those exploited in computer vision or in motion capture based approaches can be used: in [57], for example, accelerometers and multichannel electromyography (EMG) signals are used for segmentation.

As we want to validate our gesture characterization in an off-line situation, we decided to exploit a simple but robust boundary method for gesture segmentation based on arm movement considerations (see Sec. 5).

3. The dataset

The dataset examined is composed of 91 isolated coverbal symbolic gestures. These coverbal gestures are semantically autonomous and cover all DOF of the upper limb (see 4.1). Some gestures are performed using the entire upper limb, while others employ a subpart only (for example only the fingers) for a total of 150 different gestures reproduced by one person.

3.1. The marker-set and the biomechanical model

Gestures are collected using a 3D motion-capture system of digital infra-red cameras, which ensures the reliability of our understanding of the gesture and the effectiveness of the characterization of avatar motion. The system uses hemispherical reflectors glued to the skin and records their trajectory.

A list of cutaneous markers is established, in order to model the body segments in three dimensions (marker-set of 90 points, Fig. 1). This list references the anatomical positions that should be used in modelling each segment as a rigid body.

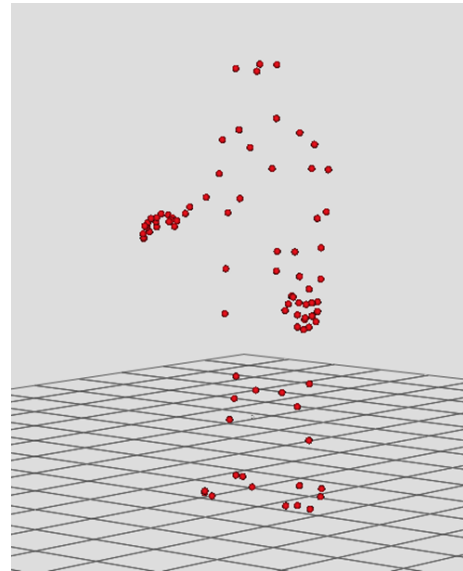


Figure 1. Marker-set visualization.

Generally, three non-aligned anatomical reference points are sufficient to define a segment. In our model (Fig. 2), the torso, arm, forearm, and hand segments have been defined based on coordinates of spatial perspective using a standardized method. This method enables the creation of three orthogonal axes for each system of segment coordinates [15, 55]. It involves calculation of the centers of the wrist, elbow, and shoulder joints, as well as those of the cervical and lumbar regions [15]. For the hand, the origin of the coordinate system is the centre of the wrist joint, Y is the unitary vector connecting the centre of the 2nd and 5th metacarpal heads to the origin, X is the normal unitary vector containing the origin and the 2nd and 5th metacarpal heads, Z is the vector result of axes X and Y. For the forearm, the origin of the coordinate system is the centre of the elbow joint, Y is the unitary vector connecting the centre of the wrist joint to the origin, X is the unitary vector normal to the plane containing the origin and the styloid processes of the ulna and radius, Z is the vector result of axes X and Y. For the arm, the origin of the coordinate system is the centre of the shoulder joint, Y is the unitary vector

connecting the centre of the elbow joint to the origin, X is the unitary vector normal to the plane containing the origin, the epicondyle and the epitrochlea, Z is the vector result of axes X and Y . For the torso, the origin of the coordinate system is the centre of the cervical joint, Y is the unitary vector connecting the lumbar joint to the origin, Z is the unitary vector normal to the plane connecting the origin, the lumbar joint and the suprasternal space, X is the vector result of axes Y and Z .

The coordinate system of each joint is defined through sets of adjacent segment coordinates, allowing the description of the three-dimensional articulation of the shoulder, the elbow, and the wrist at every moment of the gesture. To establish the kinematics of the joints, we used a sequence of successive rotations around the mobile axes, using Euler angles [55]. The dynamic sequence of rotations enables the definition of joint coordinates through the axes of two adjacent segments: one axis for the proximal segment and another for the distal segment; and a floating axis, perpendicular to the other two.

The various joint movements of the wrist, elbow and shoulder are calculated thanks to this biomechanical model, as are the palmar/dorsal flexion and the adduction/abduction of the wrist. These correspond to the flexion/extension and adduction/abduction of the hand as described in the action schemas (Sec. 4). The extension/flexion and supination/pronation of the elbow correspond to the extension/flexion of the forearm and supination/pronation of the hand respectively for the action schemas (see 4.2). Finally, shoulder motion is measured in retraction/forward flexion, abduction/adduction and internal/external rotation. These correspond, respectively, to the extension/flexion, abduction/adduction and external/internal rotation of the arm for action schemas.

4. Linguistic redefinition in light of human-avatar interaction

The recorded coverbal gestures match emblematic quote gestures [27, 42], i.e. semantically autonomous gestures, whose significance is independent of the surrounding discourse. The 91 gestures can be

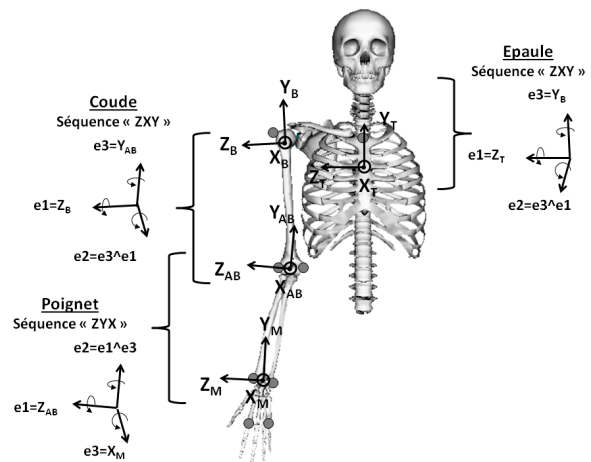


Figure 2. The adopted biomechanical model.

divided into a dozen GUs, with the following senses: reject, refuse, despise, discredit, pass, accept, consider something, consider someone, offer, not care, commit, reverse. These semantic labels have been tested and validated with a French-speaking population in a previous study [6].

Each GU corresponds to a particular action schema implementing some (or all) of the segments of the upper limb. Action schemas are based on the motion of various DOF of the segments of the upper limb in a specific order. This order emerges from the difference in the range of motion of each DOF involved in the schema according to its range of motion. Motion is transferred through moments of inertia attached to each DOF and as a function of (involuntary) conjoint movement of the longitudinal axis (exterior/internal rotation or pronation/supination) associated with any joint with two DOF [9, 10, 35]. Thus, for the GU “refuse”, for example (Fig. 3), the action diagram shows the hand motion towards the forearm.

4.1. Flow of motion propagation

In the action diagram, the position of the pole of adduction (motion towards the joint on the plane of the palm) determines the direction of motion propagation. If a movement of adduction is in first or second position, the flow of motion is distal-proximal, going from the hand towards the forearm. If adduction is in third position, then it is the result of the first two, and so does not present significant motion.

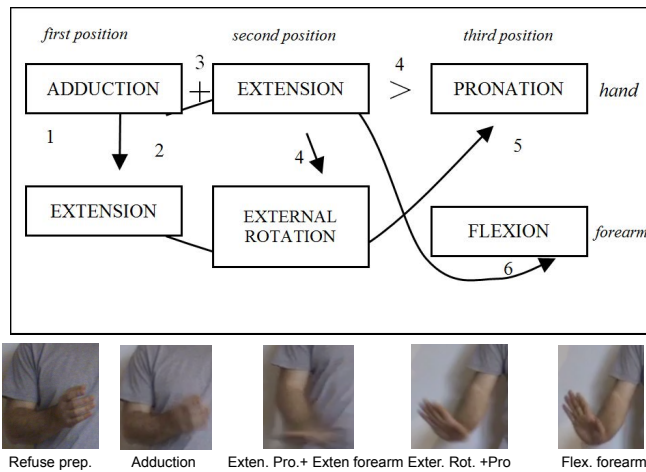


Figure 3. Action schema for the GU "refuse". This gesture begins with a movement of the hand (Adduction, 1). The order of the motion is numbered. The photograms illustrate the execution of the gesture at different moments of what is gathered in the action schema. The first photogram capture the preparation phase before the stroke.

Therefore, the gesture is initiated on the forearm and spreads towards the hand in a distal-proximal flux. We thus define two types of GUs. The first 8 GUs in the list above are built on the hand while the last 4 (offer, not care, protect, reverse) are built on the arm.

4.2. Action schema of hand motions

The sequence of hand motions is based on a structure such that the motion or position of the first two DOF cause involuntary motion of the third DOF. This third motion is either the result of a biomechanical constraint related to motion around the longitudinal axis (pronation/supination), or to a sequence based on the moment of inertia. In both cases, the poles of motion in third position are completely determinable and follow the first two movements such that their sequence affects the pole of the third motion. So, the sequence ADD.EXTEN leads to involuntary PRONATION, while the reverse order, EXTEN.ADD leads to SUPINATION [5, 6].

4.3. Grouping GUs by direction

Tracking the order of the poles in motion is affected by the range of motion, the temporal sequence of the emergence of motion, the initial position and the acceleration, but these criteria, which vary even among

themselves, are difficult to hierarchise. On the other hand, it is possible to classify GUs on a formal basis by semantic field (Fig. 4).

Initially, it is necessary to determine the spread of motion; either the gesture starts from the hand and motion goes up the forearm, or it starts in the arm and spreads towards the hand (hand and arm in the diagram). For the hand (Fig. 4, left), the initial prono-supination of the gesture may be marked or unmarked. At the next level, we examine prono-supination with respect to the initial position. This gives us 8 manual action schemas. For the arm (Fig. 4, right), we examine the ADD/ABD position or motion of the arm. Subsequently, the 4 GUs of the arm can be distinguished through prono-supination.

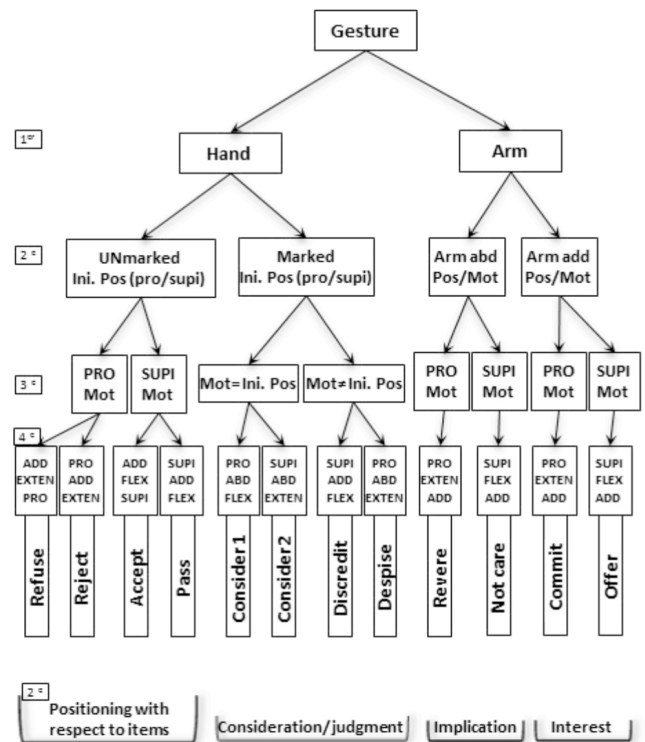


Figure 4. Diagram presenting the formal presentation of gestures according to semantic characterization.

Each of these GUs has a semantic label. A first level of hyperonymic grouping includes 4 semantic sets: i) positioning with respect to items, ii) consideration or judgment, iii) implication, and iv) interest. This semantic level corresponds to the 2nd level of formal disjunction in the diagram. Another possibility is a two part semantic grouping corresponding to the first

formal disjunction (hand or arm): positioning in the world *versus* relational positioning. Therefore, various levels of formal differentiation correspond to specific semantic labeling.

5. Segmentation of gestural signals

Each gestural signal in our database is composed of a sequence: T-pose, gesture, T-pose. Extraction of the gesture requires automatic segmentation. The generally accepted sequence includes 4 phases [11, 36]: 1. resting position; 2. preparation (pre-stroke); 3. core (stroke); 4. retraction (post-stroke). This sequence describes the structure of a gesture. However, it is impossible to find an automatic, objective criterion to extract the stroke, the semantically significant part. This is a complex operation even for a human, and remains uncertain [47].

In our case, segmentation is carried out on the basis of morpho-kinetic properties (as defined by Kendon [29]). Indeed, the preparation of motion consists of a ballistic motion that brings the arm(s) to the core of the motion [8]. This ballistic motion involves acceleration followed by deceleration as the final position is approached, then symmetrical acceleration and deceleration to the first set, and a return to the resting position. T-poses are also characterized by acceleration and deceleration of movement.

In order to extract the stroke of each gesture, we consider the absolute value of the derivative of the Y index positions (seen in all cases as the body part that moves the most): the minimum of this signal represents the transition between acceleration and deceleration. So for automatic segmentation the stroke considered is the part between the minimal phase that precedes the second maximum (property of the beginning of a stroke) and the minimal phase that follows the penultimate maximum (end of a stroke) (Fig. 5). A threshold is set up to avoid minimal and maximal phases due to noise (small adjustment or preparatory motions) from being considered.

5.1. Segmentation evaluation

To evaluate automatic segmentation methods, it is necessary to compare an automatic segmenter's

performance against the segmentations produced by human judges (coders). In general, methods for performing this comparison designate as comparison reference only the segmentation of a single coder [44]. However, this approach assumes that the only coder is unbiased and able to provide a perfect segmentation. Indeed, previous works, e.g. [22], showed that inter-annotator agreement between human coders can be rather poor. Thus, an automatic segmenter should be compared directly against different coders [19] to ensure that it does not over-fit to the preference and bias of one particular coder.

Given our dual aim, to evaluate inter-annotator agreement on the one hand and automatic segmentation on the other, we decided to adopt two methods: Accurate Temporal Segmentation Rate (ATSR) [45] and F-score [49]. ATSR is a time-based metric that measures performance in terms of accurately detecting the beginning and end of the stroke for each gesture signal. F-score provides more information than accuracy and enables individuated errors typologies. Three different cases are evaluated with both methods:

1. automatic segmentation is compared with the annotator considered as ground truth (case 1);
2. automatic segmentation is compared to a second annotator (the ground truth) (case 2);
3. the two annotators are compared against one another (case 3).

For each considered gesture, the ATSR was computed as follows: the Absolute Temporal Segmentation Error (ATSE) is evaluated by summing the absolute temporal error between the ground truth and the result of the algorithm for the start and stop event and dividing this sum by the total length of the gesture occurrence measured from the ground truth as formalized in Equation 1. Once the ATSE are calculated, ATSR metrics are computed by subtracting the average ATSE to 1 in order to obtain the accuracy rate as shown in Equation 2. A perfectly accurate segmentation produces an ATSR of 1.

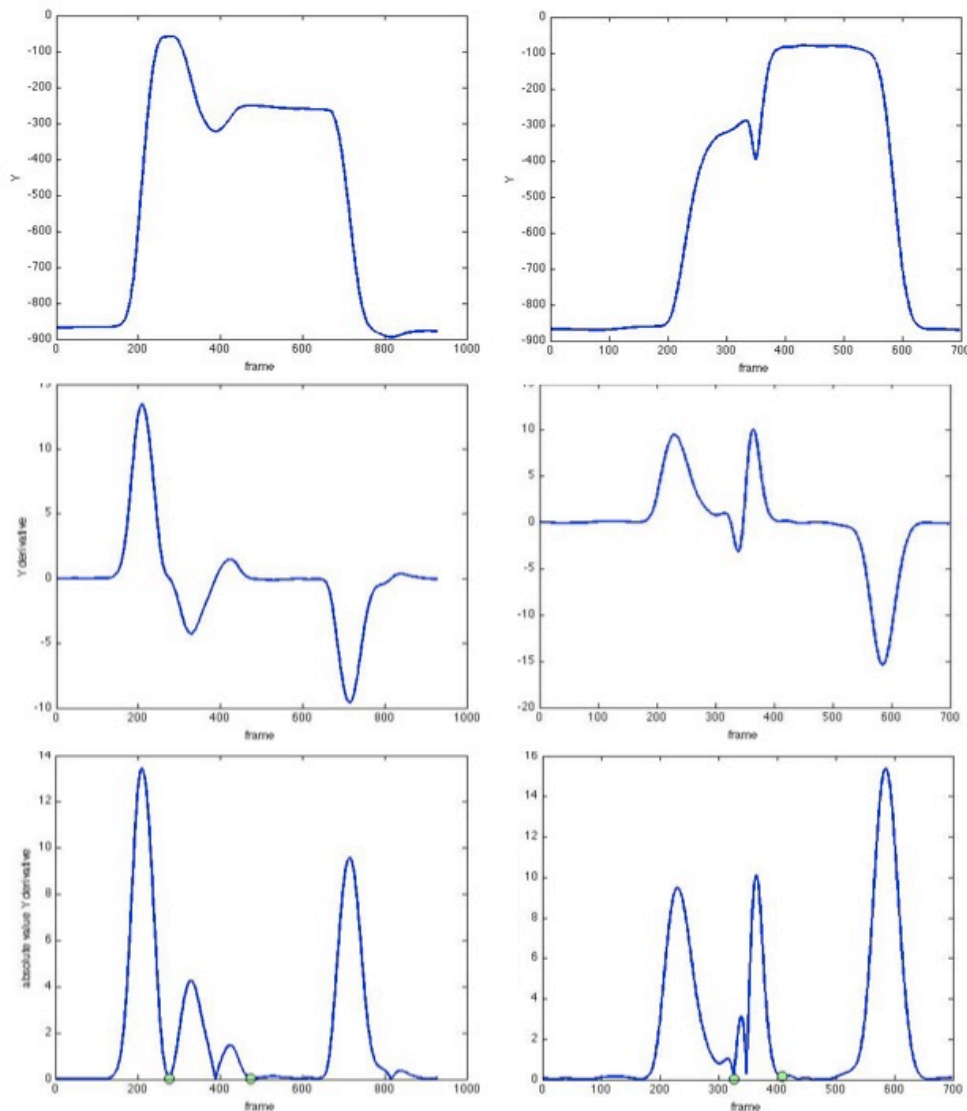


Figure 5. On the left, the signals of the gesture "revere". On the right, the signals for "accept". From top to bottom: positions of the index for Y, speed (derivative) and absolute value of the speed with automatic individuation of the stroke between two green points.

$$ATSE = \frac{|Start_{GT} - Start_{Alg}| + |Stop_{GT} - Stop_{Alg}|}{|Stop_{GT} - Start_{GT}|} \quad (1)$$

$$ATSR = 1 - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n ATSE(i). \quad (2)$$

Equation 1 counts differences that occur frame by frame, so an error is taken into account even when annotations differ for just a few frames. To limit this effect and so to avoid small ground truth timing errors producing irrelevant penalties during the computation

of the ATSE [45], it is possible to fix a toleration value α so that

$$\text{if } ATSE(i) < \alpha \text{ then } ATSE(i) = 0. \quad (3)$$

As a stroke is in general of about 100 frames, we took $\alpha = 0.2$. This corresponds to a global difference of $\alpha * 100 = 20$ frames (around 0.17s, given the acquisition rate is 120f/s) compared to the duration of the ground truth, which is an adequate choice considering that, on average, it is easy to have 10-frame-errors for each start or stop. In case 1 we obtain $ATSR = 0.6038$, in case 2 $ATSR = 0.5857$ and in case 3 $ATSR = 0.8707$.

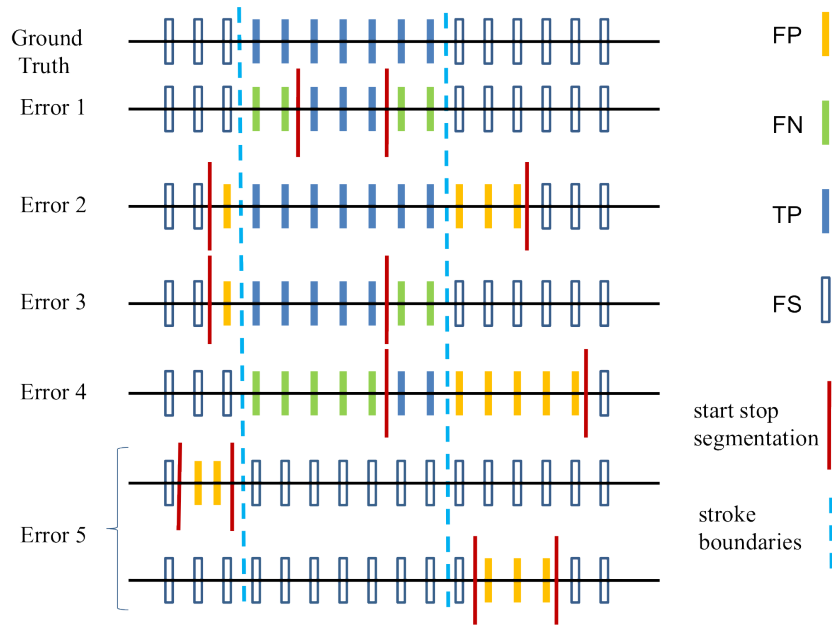


Figure 6. Different possible segmentation errors. Here, FP = False Positive, FN= False Negative, TP= True Positive and FS=outside segmentation.

This kind of method lacks completeness as it does not categorize the errors [52]. In fact, the errors can be categorized into 5 types, as shown in Figure 6.

It is, of course, quite important to know whether the automatic segmentation is wrong but the stroke is preserved (Error 2 in Figure 6) or cut out (all other cases in the figure). In order to assess the quality of our segmentation and of inter-annotator agreement, let us consider precision (p) and recall (r) [16, 41]: precision is the fraction of detections that are true positives rather than false positives (Equation 4), while recall is the fraction of true positives that are detected rather than missed (Equation 5). In probabilistic terms, precision is the probability that detection is valid, and recall is the probability that ground truth data was detected:

$$p = \frac{TP}{TP + FP} \quad (4) \quad r = \frac{TP}{TP + FN} \quad (5)$$

Precision and Recall can be combined in the F-score as follows:

$$F_{\beta} = (1 + \beta^2) * \frac{p * r}{\beta^2 p + r} \quad (6)$$

When the parameter $\beta = 1$, F-score is said to be balanced and written as F_1 :

$$F_1 = 2 * \frac{p * r}{p + r} \quad (7)$$

The F_1 score can be seen as a weighted average of precision and recall; F_1 score reaches its best value at 1 and worst one at 0. The obtained results are summed up in Table 1. In general, high F_1 values are obtained; r is higher than p in the comparison with automatic segmentation meaning that the algorithm returned most of the relevant results, while p is higher for the inter-annotator agreement: they obtained more relevant than irrelevant agreement. Results concerning the kinds of errors are presented in Table 2.

It is worth highlighting that in Cases 1 and 2, Error 2 is the most frequent. This means that the segmentation method preserves the strokes despite the error. Moreover, the lower error is the cut stroke (Error 1). We can therefore assume that the presented segmentation method is robust to analyze the presented gestures model. For the inter-annotator agreement, we note that most errors stem from one annotator cutting the stroke or because one anticipated the other (Error 3).

Table 1. Results obtained for the three cases of study.

	p	r	F_1
Case 1	0.7430	0.92162	0.8227
Case 2	0.7358	0.9151	0.8157
Case 3	0.9077	0.9053	0.9065

Table 2. Errors occurred in the cases of study.

	Case 1	Case 2	Case 3
Error 1	4	5	17
Error 2	53	49	15
Error 3	24	16	54
Error 4	10	21	5
Error 5	0	0	0

6. Action schema component properties

To characterize the action schemas for each of the coverbal gestures recorded, the segmented signals are transformed into kinematic data in accordance with the biomechanical model (Sec. 3.1). The motion of different degrees of freedom for each joint in the right upper limb (shoulder, elbow, and wrist) is taken into account and normalized temporally on 101 points [14]. Our starting point for this characterization is the assumption that in human-human communication, the motion of DOF is most visible in prono-supination regardless of the type of gesture (performed on the entire upper limb or only one of its segments). We therefore decided to focus the analysis, initially, on the signals that were temporally aligned with the prono-supination zone, which contains the widest variation. Biomechanical parameters, such as initial and final positions of each DOF and their maximal range, were taken into account (Fig.7).

We analyzed gestures involving the motion of all segments of the upper limb (33 of the 91 gestures captured). The stages considered in the decision tree (diagram in Fig. 4) move from i) the 1st node (manual or brachial flow) to ii) the 4th node (separation of gestures by prono-supination).

The first stage involves determination of the flow of motion from the arm (proximal-distal) or from the hand (distal-proximal). We therefore calculated: 1) for the initial position, the moment in which the min. and max. of each DOF appear within the automatically cut stroke; 2) the temporal difference between the

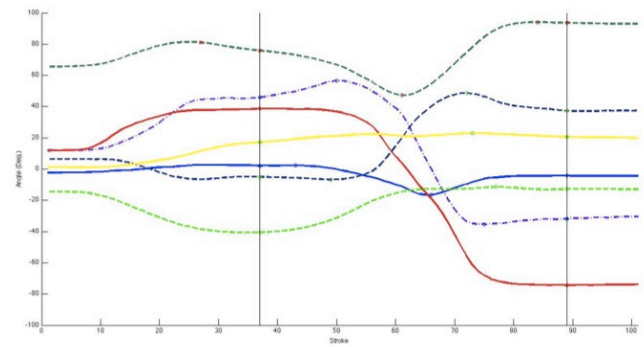


Figure 7. The signals for different segments of the upper limb. For the hand, supination/pronation in red, abduction/adduction in sky blue and dotted purple for flexion/extension. For the forearm, extension/flexion in dotted dark green. For the arm, internal/external rotation in dotted dark blue, abduction/adduction in dotted green and extension/flexion in yellow. Vertical lines indicate the highest variation in prono-supination.

min. and the max. of the DOF from one segment to another (arm [offer, not care, commit and revere], forearm and hand [for all the other gestures]). Within the latter calculation, the choice of the min. or max. value for one DOF or another correspond to the initial position, therefore a priori opposed to the pole seen in motion during the stroke. If hand motion is EXTEN (positive value), then the initial position corresponds to a minimum (flexion, negative value). Thus, for example, for the top line of diagram in Fig. 3, which illustrates the poles in motion in the “refuse” gesture, ADD.EXTEN > PRO, the initial position chosen was the max. value of the ADD/ABD, the min. value of the FLEX/EXTEN and the min. value of the SUPI/PRO. We set a minimal threshold of 10 frames, corresponding to 2 running video frames at 25f/s, for a temporal difference that enables the determination of the flow.

6.1. Discussion

Determination of flow using this method (for the 33 gestures tested, covering the 12 GUs presented in Sec. 4; we underline that each GU occurred between 2 and 3 times), is conformed to expectations in 87.88% of cases. Three of the four cases not validated were below the 10-frame threshold and therefore meet no determinable flow; a further case (a realization of “revere”) shows a flow reverse to expectations.

The fourth stage of characterization – wherein poles in motion are used to determine the action schema – was conducted with two types of data (a. and b. below).

Initial calculations concern the average of two or three realizations by GUs (33 gestures in total), thus covering the 12 averaged GUs for which moving poles and semantic labels are already known. We then determine the maximum range for each DOF, either a. within the boundary of prono-supination as shown in Fig. 7, or b. a wider range, starting from the stroke and calculating the difference between the final and initial position of each DOF. We thus obtained the motion poles for all DOF that characterize the GUs, that is 60 DOF for 12 GUs. Results for the first type of data (a. in the demarcation of prono-supination) show a recognition rate of 76.67%. The other option (b. in the stroke with the difference in initial and final position) shows much better characterization ratios 90%. Out of 60 DOF, the opposite pole appears only for 6 expected poles. In both options, an average of 6 DOF measured per GU, the pole that was most prone to error was the hand in ABD/ADD (36% error in a., 67% error in b.). This pole also shows the smallest range (25° and 35°).

Intermediary stages of the characterization (2 and 3 diagram Fig. 4) involve - marking of the initial positions of prono-supination and ABD vs. ADD motion of the arm (stage 2); - determination of the initial position and the identical vs. opposed motion of prono-supination and the motion pole between PRO and SUPI (stage 3).

The characterization of ABD vs ADD of the arm and PRO vs SUPI is unproblematic. In contrast, marking the initial positions of prono-supination (stage 2) does not give the expected results. In this case, only the range difference of the interior/exterior rotation between the beginning and end of the stroke is significant. For a confidence interval of 95%, there is no overlap between “reject/refuse” on the one hand and “despise” on the other. For the trio “pass/accept/discredit” non-overlap was also checked. Thus, the DOF marking criterion (PRO/SUPI) of stage 2 should be modified into a differential of the range of rotation in relatively marked EXT/INT. For step 3, the identity or opposition between the initial position and prono-supination is a good criterion, since, with a confidence interval of 95%, there is no overlap between “reject/refuse/despise” on the

one hand, and “consider something” on the other. The same is true between “pass/accept/discredit” on the one hand, and “consider someone” on the other.

All in all, the only phases which are not fully satisfactory are phases 1 (with a single case of inversion for “revere”) and 4 (with 90% of expected poles). Intermediary steps are 100% reliable.

7. Conclusion

In this study, we have presented a method for the characterization of 12 gestural units involving the upper limb. A motion-capture system was used to build a reliable gesture database to prove that the meaning of different Gestural Units can be defined on the basis of forms along the upper limb, using multiple reference points, that are not limited to body-orientation, but oriented via each of the segments (hand, forearm, arm). For this purpose an automatic segmentation was exploited. Tests of the segmentation protocol demonstrate its robustness in the individuation of the stroke necessary for the characterization of gestures.

Simple characterization methods fulfill the requirement to associate each stage with formal semantic tagging. This is so since GUs that share the same poles differ only in the sequence in which these poles appear in the action schema. However, we have yet to characterize 4 of these. In this study, we cannot separate ‘refuse’ from ‘reject’ and ‘accept’ from ‘pass’. Still both groups can be labeled: on the one hand, negative positioning with respect to things, and on the other, the same type of positioning, only positive. Consequently, all gestures are semantically associated with a variable granularity.

As this characterization has been conducted in light of a human-avatar interaction with an off-line system, the next step is to test the presented method in an on-line set-up using a simpler capture system, namely a kinect, on different subjects reproducing the presented kind of gesture also in other form as, for example, involving only a single moving segment (e.g., the hand).

References

- [1] ABDELKADER, M.F., ABD-ALMAGEED, W., SRIVASTAVA, A. and CHELLAPPA, R. (2011) Silhouette-based gesture and action recognition via modeling trajectories on riemannian shape manifolds. *Computer Vision and Image Understanding* 115(3): 439–455.
- [2] ALEOTTI, J., CIONINI, A., FONTANILI, L. and CASELLI, S. (2013) Arm gesture recognition and humanoid imitation using functional principal component analysis. In *Intelligent Robots and Systems (IROS), 2013 IEEE/RSJ International Conference on* (IEEE): 3752–3758.
- [3] ALON, J., ATHITSOS, V., YUAN, Q. and SCLAROFF, S. (2009) A unified framework for gesture recognition and spatiotemporal gesture segmentation. *Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on* 31(9): 1685–1699.
- [4] BOBICK, A.F. and IVANOV, Y.A. (1998) Action recognition using probabilistic parsing. In *Computer Vision and Pattern Recognition, 1998. Proceedings. 1998 IEEE Computer Society Conference on* (IEEE): 196–202.
- [5] BOUTET, D. (2008) Une morphologie de la gestualité: structuration articulaire. *Cahiers de linguistique analogique* (5): 81–115.
- [6] BOUTET, D. (2010) Structuration physiologique de la gestuelle: modèle et tests. *Lidil. Revue de linguistique et de didactique des langues* (42): 77–96.
- [7] BRAND, M., OLIVER, N. and PENTLAND, A. (1997) Coupled hidden markov models for complex action recognition. In *Computer Vision and Pattern Recognition, 1997. Proceedings., 1997 IEEE Computer Society Conference on* (IEEE): 994–999.
- [8] CHELLALI, R. and RENNA, I. (2012) Emblematic gestures recognition. In *ASME 2012 11th Biennial Conference on Engineering Systems Design and Analysis* (American Society of Mechanical Engineers): 755–761.
- [9] CHENG, P.L. (2006) Simulation of codman's paradox reveals a general law of motion. *Journal of biomechanics* 39(7): 1201–1207.
- [10] CODMAN, E.A. (1984) *The shoulder: rupture of the supraspinatus tendon and other lesions in or about the subacromial bursa* (RE Kreiger).
- [11] CORRADINI, A. ET COHEN, P.R. (2002) Speech-gesture interface for handfree painting on a virtual paper using partial neural networks as gesture recognizer. In *Proceedings IJCNN'02*: 2293–2298.
- [12] CUTLER, R. and TURK, M. (1998) View-based interpretation of real-time optical flow for gesture recognition. In *2013 10th IEEE International Conference and Workshops on Automatic Face and Gesture Recognition (FG)* (IEEE Computer Society): 416–416.
- [13] DARRELL, T. and PENTLAND, A. (1993) Space-time gestures. In *Computer Vision and Pattern Recognition, 1993. Proceedings CVPR'93., 1993 IEEE Computer Society Conference on* (IEEE): 335–340.
- [14] DESROCHES, G., DUMAS, R., PRADON, D., VASLIN, P., LEPOUTRE, F.X. and CHÈZE, L. (2010) Upper limb joint dynamics during manual wheelchair propulsion. *Clinical Biomechanics* 25(4): 299–306.
- [15] DUMAS, R., CHEZE, L. and VERRIEST, J.P. (2007) Adjustments to mcconville et al. and young et al. body segment inertial parameters. *Journal of biomechanics* 40(3): 543–553.
- [16] FAWCETT, T. (2006) An introduction to roc analysis. *Pattern recognition letters* 27(8): 861–874.
- [17] FENG, Z. and CHAM, T.J. (2005) Video-based human action classification with ambiguous correspondences. In *Computer Vision and Pattern Recognition - Workshops, 2005. CVPR Workshops. IEEE Computer Society Conference on*: 82–82. doi:10.1109/CVPR.2005.549.
- [18] FOD, A., MATARIĆ, M. and JENKINS, O. (2002) Automated derivation of primitives for movement classification. *Autonomous Robots* 12(1): 39–54. doi:10.1023/A:1013254724861, URL <http://dx.doi.org/10.1023/A%3A1013254724861>.
- [19] FOURNIER, C. and INKPEN, D. (2012) Segmentation similarity and agreement. In *Proceedings of the 2012 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies* (Montréal, Canada: Association for Computational Linguistics): 152–161. URL <http://www.aclweb.org/anthology/N/N12/N12-1016>.
- [20] FRANÇOISE, J. (2011) *Realtime Segmentation and Recognition of Gestures using Hierarchical Markov Models*. Master atiam, UPMC - Ircam, Paris. URL <http://articles.ircam.fr/textes/Francoise11a/index.pdf>.
- [21] GRITAI, A., SHEIKH, Y. and SHAH, M. (2004) On the use of anthropometry in the invariant analysis of human actions. In *Proceedings of the Pattern Recognition, 17th International Conference on (ICPR'04) Volume 2 - Volume 02, ICPR '04* (Washington, DC, USA: IEEE Computer Society): 923–926. doi:10.1109/ICPR.2004.652, URL <http://dx.doi.org/10.1109/ICPR.2004.652>.
- [22] HEARST, M.A. (1997) Texttiling: Segmenting text into multi-paragraph subtopic passages. *Comput. Linguist.* 23(1): 33–64. URL <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=972684.972687>.

- [23] JENKINS, O.C. and MATARIC, M.J. (2002) Deriving action and behavior primitives from human motion. In *In International Conference on Intelligent Robots and Systems*: 2551–2556.
- [24] KAHOL, K., TRIPATHI, P. and PANCHANATHAN, S. (2004) Automated gesture segmentation from dance sequences. In *Automatic Face and Gesture Recognition, 2004. Proceedings. Sixth IEEE International Conference on*: 883–888. doi:10.1109/AFGR.2004.1301645.
- [25] KENDON, A. (1972) Some relationships between body motion and speech. an analysis of an example. *Studies in dyadic communication* .
- [26] KENDON, A. (1980) Gesticulation and speech: Two aspects of the process of utterance. *The Relation Between Verbal and Nonverbal Communication* .
- [27] KENDON, A. (1988) How gestures can become like words. *Cross-Cultural Perspective in Nonverbal Communication* .
- [28] KENDON, A. (1990) Gesticulation, quotable gestures, and signs. *Senri ethnological studies* .
- [29] KENDON, A. (1996) An agenda for gesture studies. *Semiotic Review of Books* .
- [30] KENDON, A. (2004) *Gesture: Visible Action as Utterance* (Cambridge University Press).
- [31] KITA, S., VAN GIJN, I. and VAN DER HULST, H. (1998) *Gesture and Sign Language in Human-Computer Interaction* (Springer).
- [32] LIM, B., RA, S. and PARK, F. (2005) Movement primitives, principal component analysis, and the efficient generation of natural motions. In *Robotics and Automation, 2005. ICRA 2005. Proceedings of the 2005 IEEE International Conference on*: 4630–4635. doi:10.1109/ROBOT.2005.1570834.
- [33] LV, F. and NEVATIA, R. (2007) Single view human action recognition using key pose matching and viterbi path searching. In *Computer Vision and Pattern Recognition, 2007. CVPR '07. IEEE Conference on*: 1–8. doi:10.1109/CVPR.2007.383131.
- [34] LV, F. and NEVATIA, R. (2006) Recognition and segmentation of 3-d human action using hmm and multi-class adaboost. In *Proceedings of the 9th European Conference on Computer Vision - Volume Part IV, ECCV'06* (Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag): 359–372. doi:10.1007/11744085_28, URL http://dx.doi.org/10.1007/11744085_28.
- [35] MACCONAILL, M.A. (1948) The movements of bones and joints. *Journal of Bone & Joint Surgery* **30-B**(2): 322–326.
- [36] McNEILL, D. (1992) *Hand and Mind: What Gestures Reveal about Thought* (University of Chicago Press). URL <http://books.google.fr/books?id=3ZZAfNumLvwC>.
- [37] McNEILL, D. (2008) *Gesture and Thought*, Phoenix Poets Series (University of Chicago Press). URL <http://books.google.fr/books?id=N0SmyU4TKRwC>.
- [38] MORENCY, L.P., QUATTONI, A. and DARRELL, T. (2007) Latent-dynamic discriminative models for continuous gesture recognition. In *CVPR (IEEE Computer Society)*. URL <http://dblp.uni-trier.de/db/conf/cvpr/cvpr2007.html#MorencyQD07>.
- [39] MORGUET, P. and LANG, M. (1998) Spotting dynamic hand gestures in video image sequences using hidden markov models. In *Image Processing, 1998. ICIP 98. Proceedings. 1998 International Conference on*: 193–197 vol.3. doi:10.1109/ICIP.1998.999009.
- [40] OGALE, A.S., KARAPURKAR, A., GUERRA-FILHO, G. and ALOIMONOS, Y. (2004) View-invariant identification of pose sequences for action recognition. In *In VACE*.
- [41] OLSON, D.L. and DELEN, D. (2008) *Advanced Data Mining Techniques* (Springer Publishing Company, Incorporated), 1st ed.
- [42] PAYRATÓ, L. (1993) A pragmatic view on autonomous gestures: A first repertoire of catalan emblems. *Journal of Pragmatics* **20**(3): 193 – 216. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/0378-2166\(93\)90046-R](http://dx.doi.org/10.1016/0378-2166(93)90046-R), URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/037821669390046R>.
- [43] PEURSUM, P., BUI, H., VENKATESH, S. and WEST, G. (2004) Human action segmentation via controlled use of missing data in hmms. In *Pattern Recognition, 2004. ICPR 2004. Proceedings of the 17th International Conference on*, **4**: 440–445 Vol.4. doi:10.1109/ICPR.2004.1333797.
- [44] PRECIADO, M. (2012) *Computer Vision Methods for Unconstrained Gesture Recognition in the Context of Sign Language Annotation*. URL <http://books.google.fr/books?id=7DvyngEACAAJ>.
- [45] RUFFIEUX, S., LALANNE, D. and MUGELLINI, E. (2013) Chairgest: a challenge for multimodal mid-air gesture recognition for close HCI. In *2013 International Conference on Multimodal Interaction, ICMI '13, Sydney, NSW, Australia, December 9-13, 2013*: 483–488.
- [46] SHI, Q., WANG, L., CHENG, L. and SMOLA, A. (2008) Discriminative human action segmentation and recognition using semi-markov model. In *Computer Vision and Pattern Recognition, 2008. CVPR 2008. IEEE Conference on*: 1–8. doi:10.1109/CVPR.2008.4587557.
- [47] SIGALAS, M., BALTZAKIS, H. and TRAHANIAS, P. (2010) Gesture recognition based on arm tracking for human-robot interaction. In *Intelligent Robots and Systems (IROS), 2010 IEEE/RSJ International Conference on*: 5424–5429. doi:10.1109/IROS.2010.5648870.

- [48] SMINCHISESCU, C., KANAUIA, A., LI, Z. and METAXAS, D. (2005) Conditional models for contextual human motion recognition. In *Computer Vision, 2005. ICCV 2005. Tenth IEEE International Conference on*, 2: 1808–1815 Vol. 2. doi:10.1109/ICCV.2005.59.
- [49] VAN RIJSBERGEN, C.J. (1979) Information retrieval. *Butterworth*.
- [50] VOGLER, C. and METAXAS, D.N. (1999) Parallel hidden markov models for american sign language recognition. In *ICCV*: 116–122. URL <http://dblp.uni-trier.de/db/conf/iccv/iccv1999-1.html#VoglerM99>.
- [51] WANG, T., SHUM, H.Y., XU, Y.Q. and ZHENG, N. (2001) Unsupervised analysis of human gestures. In SHUM, H.Y., LIAO, M. and CHANG, S.F. [eds.] *IEEE Pacific Rim Conference on Multimedia* (Springer), *Lecture Notes in Computer Science* 2195: 174–181. URL <http://dblp.uni-trier.de/db/conf/pcm/pcm2001.html#WangSXZ01>.
- [52] WARD, J.A., LUKOWICZ, P. and GELLERSEN, H.W. (2011) Performance metrics for activity recognition. *ACM Trans. Intell. Syst. Technol.* 2(1): 6:1–6:23. doi:10.1145/1889681.1889687, URL <http://doi.acm.org/10.1145/1889681.1889687>.
- [53] WEINLAND, D., RONFARD, R. and BOYER, E. (2011) A survey of vision-based methods for action representation, segmentation and recognition. *Comput. Vis. Image Underst.* 115(2): 224–241. doi:10.1016/j.cviu.2010.10.002, URL <http://dx.doi.org/10.1016/j.cviu.2010.10.002>.
- [54] WILSON, A. and BOBICK, A. (1999) Parametric hidden markov models for gesture recognition. *Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on* 21(9): 884–900. doi:10.1109/34.790429.
- [55] WU, G., VAN DER HELM, F.C., VEEGER, H.D., MAKHSOUS, M., ROY, P.V., ANGLIN, C., NAGELS, J. et al. (2005) Isb recommendation on definitions of joint coordinate systems of various joints for the reporting of human joint motion—part ii: shoulder, elbow, wrist and hand. *Journal of Biomechanics* 38(5): 981–992. doi:10.1016/j.jbiomech.2004.05.042, URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002192900400301X>.
- [56] YACOOB, Y. and BLACK, M.J. (1998) Parameterized modeling and recognition of activities. In *Proceedings of the Sixth International Conference on Computer Vision, ICCV '98* (Washington, DC, USA: IEEE Computer Society): 120–. URL <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=938978.939136>.
- [57] ZHANG, X., CHEN, X., LI, Y., LANTZ, V., WANG, K. and YANG, J. (2011) A framework for hand gesture recognition based on accelerometer and emg sensors. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part A* 41(6): 1064–1076. URL <http://dblp.uni-trier.de/db/journals/tsmc/tsmca41.html#ZhangCLLWY11>.
- [58] ZHAO, L. (2001) *Synthesis and Acquisition of Laban Movement Analysis Qualitative Parameters for Communicative Gestures*. Master's thesis, University of Pennsylvania.
- [59] ZHONG, H., SHI, J. and VISONTAI, M. (2004) Detecting unusual activity in video. In *Proceedings of the 2004 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, CVPR'04* (Washington, DC, USA: IEEE Computer Society): 819–826. URL <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1896300.1896418>.

Boutet, D. (2008). Une morphologie de la gestualité : structuration articulaire. *Cahiers de linguistique analogique*, n°5, PP. 80-115.

UNE MORPHOLOGIE DE LA GESTUALITE : STRUCTURATION ARTICULAIRE

Dominique BOUTET

Université EVE - UMR 7023

Abstract: Morphology of Gesture: Articular Structuration.

Gesturing can be understood through the substratum which simultaneously produces and reveals it. Up until now, most research has been motivated by the case where the body reveals gesturing. A study of the means of producing gestures makes it possible to identify the formal criteria that distinguish types of gestures. Our choice is made on the basis of articular description, where the relationship between differing degrees of liberty is described. There exist dynamic relationships that trace a topological geometry.

A morphogenetic description centred on form follows them in their movements. The interest of this physiological approach also resides in the contours traced by each gesture. Articular constraints create structural and dynamic links between given degrees of freedom. Gestural schemas are freed and at times develop their continuity over several segments by positing a relation that assumes the same value as the original form.

An inventory of these variations shows how the upper member functions both as a substratum that structures gestural forms and as an anamorphotical support for the morphological variations of each gesture. We will show how segmental organising centres structure and project gestural units. We will present specific gestures which are distinguished solely by the flux in their propagation of movement.

Introduction

Les modalités de production semblent avoir été quelque peu oubliées dans l'analyse des phénomènes de la gestualité symbolique. Il semblerait que le corps soit considéré comme un lieu où les choses arrivent, où les mouvements apparaissent sans qu'aucune matérialité ne lui soit prêtée. À son endroit existe apparemment un support sans réelle épaisseur. Le corps ressemblerait à un pantin désarticulé dont le véritable substrat se situerait alors à un niveau cognitif qui projette, en fait, à la vision sa propre image spéculaire. La vision, que l'on considère trop souvent comme la seule modalité, structurerait toutes les formes, en les captant et en les reconnaissant. Même si la praxis est convoquée parfois pour expliquer l'iconicité de certaines formes gestuelles, leur saisie passe tout de même par la vue.

Le membre supérieur constitue le sujet de cet article. La description des articulations, de leurs rapports géométriques (parfois changeants), des phénomènes de coalescence rendent un peu de matérialité au corps et à la production gestuelle. Les transferts de mouvement intra ou intersegmentaux, les schémas qui en découlent structurent quelques unités émergentes. Chaque unité gestuelle présente des enveloppes formelles multiples, discontinues voire éparpillées, pour une modalité visuelle. En revanche, l'unité gestuelle présente une enveloppe formelle unique, et continue pour la modalité proprioceptive. Cela prouve que le corps peut structurer des unités gestuelles de manière homogène. Ainsi, on peut faire émerger des constantes, voire des règles pour envisager une phonologie articulaire. Cette phonologie est exportable sur la modalité visuelle.

1. Nécessité d'avoir un référentiel

Pour la gestuelle, la nécessité d'un repérage se double de

l'obligation d'avoir un référentiel. Ce référentiel consiste en un repère avec au moins un point de vue (Tversky et al) et une ou plusieurs cotations susceptibles de décrire à chaque instant à la fois les positions et les mouvements de l'ensemble des segments (doigts, main, avant-bras, bras et épaule). L'usage consacre depuis fort longtemps (Cicéron, Quintilien, Vitruve, Darwin) et jusqu'à actuellement (MacNeill, Calbris, Merleau-Ponty) l'adoption d'un repère egocentré de type tridimensionnel qu'il soit axial ou polaire.

1.1. Repérage axial

Axial, ce repérage tridimensionnel sert à apprécier des directions générales de mouvements (haut/bas, avant/arrière, gauche/droite) ou de positions approchées de segments tels que la paume de la main (dans un plan frontal, sagittal ou horizontal). Il donne en cela une idée du geste. Mais s'il permet de repérer des directions générales, ce référentiel axial s'avère toujours relatif et statique : la valeur des directions de mouvement (vers le haut ou vers l'intérieur) dépend d'une position précédente (par exemple la main dans un plan frontal, à hauteur du sternum). Cette base, ô combien impressionniste, doit également coder la profondeur. Elle le fait selon une échelle, fluctuante autant que non normée, variant d'« à bout de bras » à « avant-bras à moitié fléchi » ou à « avant-bras totalement fléchi ». Pourtant la valeur des directions et des positions est importante dans un référentiel. C'est d'ailleurs ce qui le différencie d'un repère qui ne fournit que des mesures extérieures permettant tout juste de situer où se passent les phénomènes gestuels. Le référentiel doit être, à la fois le plus proche des phénomènes gestuels (il doit pouvoir les décrire en plus de les situer), le plus précis possible (à même de décrire toutes les variations), et capable de rendre compte des dynamiques à l'œuvre dans un geste (suivre le mouvement y compris dans son accélération).

Le repérage axial, très employé par les anatomistes, statique, me paraît impropre à suivre tous les segments qui

bougent dans un geste. Pourquoi ? Parce qu'il ne fait que les situer dans une étendue extérieure. En fait le repérage axial n'est rien d'autre qu'un repère tridimensionnel vectorisé sur le corps. À l'instar d'un repère cartésien, il norme une étendue qui ne constitue au fond que la condition des existants physiques : pas d'objets ni d'entités sans étendue. On peut donc dire que le repère axial est trop lâche, trop statique. Il situe sans décrire, il rend des positions et des directions sans les relier.

1.2. Repérage polaire

L'autre repérage, polaire, mesure des angles dans trois dimensions autour d'une sphère ou d'une hémisphère. Il se rapproche plus du fonctionnement de la production gestuelle. Il peut mesurer l'ensemble des mouvements de tous les segments lorsque, centré sur chaque articulation, il capture à tout moment des positions à la surface d'une sphère. Il entérine ainsi la non déformabilité des os en prenant comme rayon la longueur constante de chaque segment. Pour obtenir l'ensemble des mouvements du membre supérieur, il suffit d'enchaîner les repères polaires. L'un prend comme origine l'articulation de l'épaule (considérons qu'elle est fixe) et comme point mobile l'articulation du coude, lui-même pris comme origine d'un autre repère polaire, pour l'avant-bras, et ce jusqu'aux dernières phalanges (voir Martin-Dupont). Ainsi, si ce type de repère s'adapte à chaque segment et rend compte des mouvements angulaires, il n'en prend pourtant pas réellement la mesure. Le repérage polaire mesure des angles de manière extérieure sans tenir compte des amplitudes maximales des mouvements articulaires. Si ce repère capture des données, cela sous-entend que les articulations du membre supérieur fonctionnent toutes comme des rotules¹. Or seule l'articulation de l'épaule peut être considérée comme une énarthrose, les autres répondant à des

¹ En physiologie articulaire, la rotule s'appelle une énarthrose. Elle se définit comme une articulation *mobile* à surfaces sphériques, l'une convexe et l'autre concave, qui permet aux os de se mouvoir dans trois directions principales.

fonctionnements plus complexes. Ainsi, les données saisies sont-elles découplées du substrat qui les produit. Et les formes gestuelles sont alors considérées comme des figures dessinées et non comme des formes déployées ; sans substance, ce sont de pures formes. Elles rejoignent alors les croyances d'un Francis Bacon en des hiéroglyphes gestuels exécutés dans l'espace comme autant de traces dessinées par le corps, simple pantographe – même anamorphosant – de la réalité. Il me semble que cette vision de la gestuelle symbolique méconnaît jusqu'aux linéaments du fonctionnement articulaire, et donc structurel, des mouvements.

1.3. La vision comme saisie

Naturellement, les anatomo-physiologistes utilisent des cotations spécifiques pour chaque mouvement et pour tous les segments. Ces repères avec leur cortège de position de référence (*origo*), d'axe de rotation autour duquel le segment se déplace et de cotations angulaires (amplitudes), sont éclatés sur autant d'unités segmentales, mais du moins respectent-ils ce qui est demandé à un référentiel soit de décrire de manière précise les mouvements jusque dans leurs dynamiques. La seule vision en tant que modalité est impuissante à suivre et à mesurer tous les mouvements que cette notation physiologique articulaire révèle.

À l'instar des cotations en longitude qui divisent le globe terrestre, un déplacement sur un même fuseau à l'équateur et au niveau du cercle polaire – fixons-le à 160° – correspond à des distances parcourues très différentes ici et là. Il en va de même de la position de la main pour un mouvement de rotation de l'avant-bras (balayage latéral de gauche à droite) lorsque celui-ci est fléchi à 90° : les doigts pointent alors vers la gauche, l'avant puis la droite – cette suite de positions est comparable à la ligne de l'équateur ; lorsque, toujours pour ce mouvement de balayage, l'avant-bras, plus fléchi, reste proche du bras, la situation est analogue à la ligne du cercle polaire. Dans le premier cas, correspondant au balayage le plus ample visuellement, la

distance parcourue est bien supérieure à celle tracée par la main devant l'épaule lorsque l'avant-bras est plus fléchi. Mais, et c'est le plus important, dans les deux cas il s'agit de l'amplitude maximale du mouvement de rotation. À l'aune des possibilités du mouvement considéré, ces deux gestes simples déploient leur amplitude maximale alors que la vision n'y trouve que des distances différentes. Ainsi, comme saisie des phénomènes gestuels, la vision est irremplaçable mais, en tant que modalité, elle est inopérante à décrire tout le mode de production des gestes.

2. Les référentiels articulaires

Cette notation physiologique articulaire des mouvements retenue et présentée ici, a pour unité le *degré de liberté* (p. e. flexion/extension de la main). Tous les degrés de liberté définissent une direction de mouvement selon deux sens opposés (*i. e.* flexion et extension) ; ils sont tous caractérisés par un *axe de rotation* repéré au niveau d'une articulation (p. e. axe traversant le poignet dans sa largeur pour le degré de liberté évoqué), parfois sur deux articulations. Autour de chacun de ces axes, un segment tourne et est systématiquement encadré par une *amplitude* (pour la flexion/extension manuelle, une amplitude de 170° au total, soit 85° pour la flexion et 85° pour l'extension) (voir Kapandji pour plus de détails).

2.1. Les degrés de liberté

Des doigts à l'épaule (je ne compte pas les mouvements du moignon de l'épaule), on trouve 28 degrés de liberté. On a donc un système et un espace à 28 dimensions, complexe qui développe ses combinaisons dans une étendue recouvrant les trois dimensions de l'espace et une quatrième, celle du temps soit R⁴. Cette étendue est analogue à l'écran de projection d'un film,

ni plus ni moins².

2.1.1. Les doigts

Chaque doigt comporte 4 degrés de liberté (1 mouvement de flexion/extension par phalange soit 3 plus 1 mouvement d'abduction/adduction donnant un mouvement latéral de chaque doigt). Le pouce possède 5 degrés de liberté ; cela rend sa mobilité complexe, de sorte qu'elle est définie fonctionnellement par les physiologistes.

2.1.2. La main

La main bouge autour de 3 axes de rotation qui définissent 3 degrés de liberté. Un axe de rotation qui court à travers la largeur du poignet définit un mouvement de flexion (rapprochement de la paume de la main vers la face interne de l'avant-bras, 85°), d'une part, et d'extension de l'autre (selon une direction opposée, 85°).

Un autre axe de rotation coupe le précédent perpendiculairement en traversant le poignet à la base de la main selon une direction antéro-postérieure³ (face de la paume *versus* dos de la main). Il inscrit un degré de liberté appelé abduction/adduction⁴. L'amplitude de ce degré de liberté est de

² Si les gestes se déroulent dans l'étendue signalée, leurs formes sont *a priori* redevables d'un espace de 28 dimensions. Seules les pointages s'affranchissent de cette structuration. Leur fonction indexicale pointe dans l'étendue et les soustrait à leur propre forme.

³ Les degrés de liberté de la main sont tous définis selon une position de référence de celle-ci. Le bras et l'avant-bras dans son prolongement restent sur le côté et le long du corps, la paume de la main est tournée vers l'avant, les doigts étant orientés vers le bas. Les degrés de liberté de la main et leurs axes de rotation se définissent donc dans cette position, à l'exception de la prono-supination (voir *infra*).

⁴ Une abduction est un mouvement défini pour une position de référence, qui écarte un membre du plan médian du corps. À l'opposé, l'adduction est

45° pour l'adduction (mouvement du côté de l'auriculaire) et de 15° pour l'abduction (mouvement du côté de l'index), soit une amplitude totale de 60°.

Enfin, le dernier degré de liberté a trait à ce que l'on a l'habitude d'appeler la rotation de la main. L'axe de rotation de ce mouvement court le long de l'avant-bras et relève en réalité de deux centres articulaires : celui du poignet et celui du coude. Le mouvement étant visible sur la main, il est affecté généralement à celle-ci. À partir d'une position de référence – doigts pointés vers l'avant, pouce orienté vers le haut – la main tourne selon deux pôles appelés pronation (la paume s'oriente vers le sol dans la position de référence mentionnée jusqu'à 85°) et supination (la rotation de la main s'effectue dans le sens contraire, paume vers le haut par rapport à la position initiale jusqu'à une amplitude maximale de 85°). La main possède 3 degrés de liberté.

2.1.3. L'avant-bras

L'avant-bras possède deux degrés de liberté : la flexion/extension et la rotation intérieure/extérieure.

La première dimension se mesure dans une position de référence où l'avant-bras est dans le prolongement du bras, le bras étant le long du corps, paume ouverte vers l'avant. Pour cette position l'extension est égale à 0 et l'avant-bras peut se replier sur le bras par un mouvement de flexion jusqu'à 145°. On comprend ainsi que les mouvements d'extension sont toujours des mesures relatives à une position de flexion antérieure.

La rotation intérieure/extérieure se génère autour d'un axe qui suit l'os du bras, l'humérus, le point articulaire se situant sur l'épaule. Pourtant, son effet concerne véritablement l'avant-bras ; aussi est-il affecté à ce segment. Pour rendre ce mouvement à la fois visible et distinct de la prono-supination, l'avant-bras doit être fléchi à 90°, le bras étant le long du corps. La position

définie comme un rapprochement de ce plan sagittal.

intermédiaire (ni intérieure ni extérieure) situe la main dans un plan sagittal, c'est-à-dire les doigts pointés vers l'avant. Ainsi référencée, la partie interne de l'avant-bras se porte jusqu'à l'abdomen pour une rotation intérieure d'environ 80° d'amplitude et ce segment va vers l'extérieur jusqu'à présenter sa partie interne vers l'avant dans un plan quasi frontal, pour une amplitude d'environ 90° .

2.1.4. Le bras

Le dernier segment dont les mouvements nous intéressent, le bras, possède 3 degrés de liberté.

La flexion/extension est rendue possible par un axe de rotation qui traverse l'épaule frontalement (en quelque sorte d'une épaule à l'autre). Elle porte, en flexion, le bras vers l'avant puis vers le haut (180° d'amplitude) jusqu'à la verticale opposée à la position de référence (bras ballant). Elle amène, en extension, le bras vers l'arrière selon une amplitude maximale de 60° .

L'abduction/adduction voit quant à elle son axe de rotation passer par l'articulation de l'épaule dans un plan sagittal, soit d'avant en arrière. L'abduction du bras se fait dans un plan frontal selon un mouvement passant par le côté extérieur et amenant le bras à la verticale pour une amplitude maximale de 180° , main en l'air, à l'instar de la flexion maximale vue plus haut. Le pôle opposé, l'adduction, fait passer le bras devant la poitrine dans un mouvement de 60° d'amplitude maximale.

La mobilité du dernier degré de liberté du bras, appelé flexion/extension horizontale s'effectue sur un plan horizontal, l'axe de rotation passant par l'épaule de haut en bas. Il semble que ce degré de liberté soit entièrement contenu dans la composition des mouvements des deux premières dimensions brachiales décrites. Il devient alors un artefact parfaitement remplaçable par la flexion/extension et l'abduction/adduction brachiale dans des mouvements combinés. Cela porte le nombre

de dimensions à 28 pour la totalité du membre supérieur.

2.2. Les coarticulations

Cet exposé didactique des degrés de liberté et des mouvements qu'ils permettent ne donne aucune idée des phénomènes de coarticulation, pour lesquels deux ou trois dimensions, voire deux segments forment une anastomose⁵. Il ne donne pas non plus l'idée d'abouchements dynamiques d'espaces. Nous y arrivons.

2.2.1. Nécessité d'une recension des rapports géométriques

Les mouvements s'opèrent naturellement par des contractions musculaires qui, faisant bouger le squelette, provoquent également des mouvements induits issus de forces cinétiques et inertielles qui sont transmises le long de segments. Ainsi, des forces sont transférées sur le même segment, ou sur un autre adjacent selon un vecteur somme (celui des forces en présence) qui tient compte aussi du cadre géométrique de motilité qu'imposent les degrés de libertés concernés. Si les forces ont des directions calculées par les mathématiques, les mouvements sont déterminés par la physiologie articulaire, leurs directions par ce que permettent les articulations ; de la sorte les transferts involontaires de mouvement obéissent à des règles issues des rapports géométriques parfois changeants qu'entretiennent les degrés de liberté entre eux. Il convient donc d'en faire l'inventaire.

Certains degrés de liberté voient leur amplitude réduite. La pronation qui développe normalement 85° ne couvre plus que 45° en position de flexion maximale de l'avant-bras, c'est-à-dire lorsque la main est à la hauteur du cou. De même, la

⁵ Par analogie de son acception anatomique, l'anastomose ici marque la réunion de deux conduits de même nature, segments ou degré de liberté.

flexion/extension de la main se trouve réduite en position de forte abduction/adduction manuelle. La situation inverse est vraie. L'adduction ne dépasse pas 30° en position de pronation alors qu'elle développe jusqu'à 45° dans les autres positions.

2.2.2. Coïncidence des axes de rotation

En plus de ces réductions d'amplitude, certains axes de rotation peuvent devenir coïncidents. Lorsque l'avant-bras est en extension totale, l'axe de rotation de la rotation intérieure/extérieure de l'avant-bras (le long du bras) est coïncident de celui de la prono-supination (le long de l'avant-bras), mouvement affecté à la main. Dans cette position, on ne peut distinguer un mouvement de rotation intérieure d'un mouvement de pronation ou bien celui d'une rotation extérieure d'une supination : ces deux types de mouvement ne se révèlent alors que sur la main.

On remarque que les axes de rotation sont à géométrie variable. Ainsi, l'abduction/adduction manuelle : l'axe de rotation traverse le poignet de part en part selon un axe antéro-postérieur (intérieur/extérieur du poignet, voir la position de référence en note 3) dans une partie tellement proche de la main qu'une position de flexion ou d'extension totale réoriente cet axe de rotation dans un plan quasi-coïncident de l'axe de prono-supination (le long de l'avant-bras). Ainsi, pour ces positions de flexion/extension totales l'abduction/adduction et la prono-supination se confondent. Il n'y a alors plus d'indépendance des degrés de liberté. Le liage entre l'abduction/adduction et la prono-supination est d'ailleurs croissant à mesure que l'on se rapproche d'une position de flexion ou d'une extension maximale. Ainsi, pour une position de flexion importante, un mouvement volontaire de supination entraîne inmanquablement un mouvement induit d'abduction. Avec un mouvement de pronation, la main s'oriente vers une adduction.

D'une manière générale, le liage entre les pôles s'inverse : pour une position de flexion totale, la pronation va dans le même

sens qu'une adduction et la supination va de pair avec l'abduction. Tandis que c'est la supination qui se confond avec l'adduction dans une position d'extension maximale, la pronation se confondant alors avec l'abduction (voir plus loin le schéma 2, en étoile).

Cette réorientation des axes de rotation des degrés de liberté de la main les uns par rapport aux autres clôt définitivement, je crois, toute velléité de suivi des mouvements par un système de coordonnées polaires. On a vu des variations d'amplitudes de mouvement, c'est-à-dire des interdépendances jouant sur l'amplitude. On a vu d'autres phénomènes liant deux à deux des pôles de degrés de liberté de sorte qu'on ne peut pas considérer que les trois degrés de liberté de la main sont indépendants. Cette dépendance des degrés de liberté aux limites des amplitudes vient structurer leurs relations. Ce fait me semble entièrement lié au fonctionnement continu des mouvements.

Leur fonctionnement se complique puisque deux mouvements, de pronation et de rotation intérieure, visiblement différents lorsque l'avant-bras est fléchi, se confondent quand l'avant-bras est dans le prolongement du bras. Ceci n'est valable qu'en cas de coïncidence totale. Il en va différemment du quasi-alignement des axes de rotation de la prono-supination et de l'abduction/adduction manuelles : les abouchements polaires semblent alors déborder au-delà de la seule position d'amplitude maximale. Néanmoins, dans ces deux situations la vision prise cette fois comme saisie, semble bien impuissante à suivre et à pouvoir identifier le type de mouvement.

2.2.3. Abouchements dynamiques d'espaces

Si l'on remonte les segments les uns après les autres, le bras révèle un paradoxe qui porte le nom de son découvreur : le paradoxe de Codman. Pour une position de départ où l'avant-bras et le bras sont alignés le long du corps et où les doigts sont pointés vers le sol, le pouce pointant légèrement vers l'avant, un mouvement d'abduction du bras de 180° (mouvement dans un

plan frontal sur le côté) porte l'ensemble de ces segments à l'aplomb et au dessus de l'épaule. Par un mouvement d'extension du bras de 180° , le ramenant de fait dans la position initiale, l'ensemble passe devant en décrivant un arc de cercle dans un plan sagittal : cette fois-ci le pouce est dirigé vers l'arrière, la paume est orientée vers l'extérieur.

Les deux degrés de liberté appartiennent à l'épaule. Or un double mouvement induit est apparu sur la main : celui d'une rotation intérieure totale, de 90° et d'une pronation, complète elle aussi, de 85° ; l'ensemble a fait subir à la main une rotation involontaire de 175° . L'abduction/adduction provoque, d'une part, un mouvement induit de rotation intérieure et de pronation dans le cas d'un mouvement volontaire d'abduction et, d'autre part, de rotation extérieure et de supination pour une adduction. Involontaire, cette action sur deux segments, l'avant-bras et la main, est cumulative, affectant en premier lieu la dimension de l'avant-bras pour exercer ensuite et à concurrence de l'épuisement du mouvement de rotation de l'avant-bras, son influence sur la main.

Les mouvements induits, s'ils sont empêchés, peuvent bloquer le mouvement volontaire qui les provoque. Ainsi, pour la même position de départ que précédemment, mais la paume étant tournée vers l'extérieur (position de rotation intérieure et de pronation complètes), le mouvement d'abduction du bras ne dépasse pas 80° . Cela est dû à la fusion de plusieurs dimensions qui, chacune, appartiennent à plusieurs segments ; chaque segment étant tributaire d'un autre, on peut qualifier cela d'abouchement dynamique d'espaces. En effet, d'une part, chaque degré de liberté détermine un espace et, d'autre part, la fusion transitoire s'opère lors d'un mouvement.

Cet abouchement entre degrés de liberté apparaît également sur l'avant-bras. Lorsque celui-ci bouge de manière simultanée selon ses deux dimensions, rotation intérieure/extérieure et flexion/extension, cela affecte la pronosupination par un mouvement involontaire. Pour une position de départ où l'avant-bras est fléchi à 90° et où les doigts pointent en

avant, la paume tournée vers l'intérieur et le pouce étant orienté vers le haut, l'avant-bras se déplace selon une rotation intérieure l'amenant au contact de l'abdomen, puis, par un mouvement de flexion et de rotation extérieure combiné, la main se porte devant l'épaule. Enfin, et pour révéler le mouvement induit, on ramène la main dans sa position initiale par une extension de l'avant-bras. On remarque alors que la paume est orientée vers le haut et le pouce vers l'extérieur : un mouvement induit de supination a affecté la main pendant le mouvement combiné de flexion et de rotation extérieure. Cet abouchement dynamique d'espaces, qui aboutit à un paradoxe, à l'instar du paradoxe de Codman, s'oriente selon l'amplitude du mouvement de la rotation et de la flexion/extension (voir la liste des répercussions ci-dessous). En effet, l'amplitude parcourue donne l'ordre de priorité entre les degrés de liberté ; et de cet ordre dépend le pôle du mouvement induit, que celui-ci soit pronation ou supination.

2.2.4 Schématisation des abouchements

Plus on se rapproche de l'amplitude maximale de l'une des dimensions de l'avant-bras, plus la répercussion involontaire sera importante sur la main.

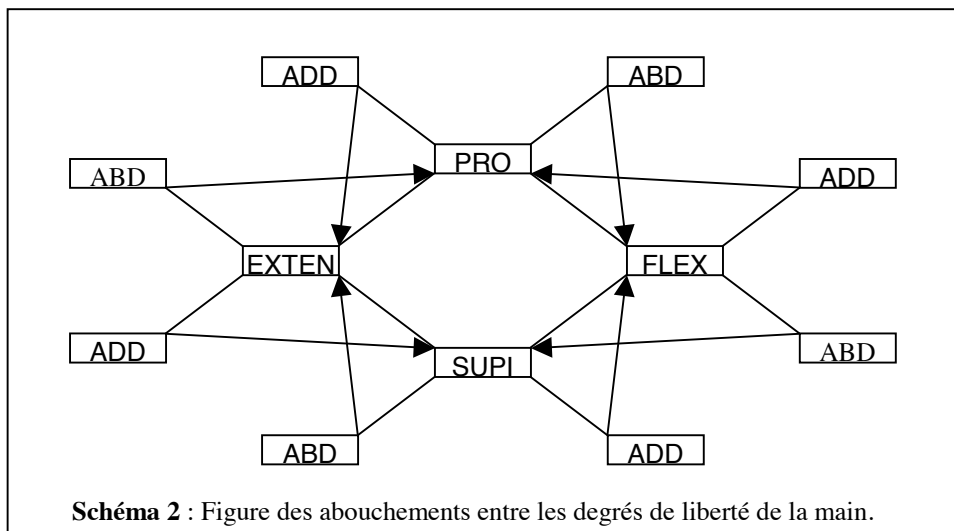
Flex. + Rot. Int. > Pro.	Rot. Int + Flex > Supi.
Exten + Rot. Int > Supi.	Rot. Int + Exten. > Pro.
Flex + Rot. Ext. > Supi.	Rot. Ext. + Flex > Pro.
Exten. + Rot.Ext. > Pro.	Rot. Ext. + Exten > Supi.
Schéma 1 : Liste des abouchements de l'avant-bras sur la main	

Ici encore, une position initiale en prono-supination maximale peut bloquer le déroulement complet du double mouvement volontaire qui induit cette pronation ou cette supination. Ce blocage augmente à mesure que l'on se rapproche d'une amplitude maximale d'une des dimensions de l'avant-bras.

La main affectée par l'abouchement entre ses trois degrés

de liberté répond exactement aux mêmes conditions de mouvement (nécessité d'une dynamique), d'inversion polaire pour la répercussion induite et de réduction de l'amplitude pour des positions initiales extrêmes (flexion/extension réduite en forte abduction/adduction et inversement). À ce titre, on peut qualifier ce liage d'abouchement dynamique d'espaces. La liste des répercussions involontaires pour le mouvement des deux autres degrés de liberté de la main peut être schématisée sous forme d'étoile (le sens de lecture est alors donnée par la liste).

ABD + PRO > EXTEN	ADD + PRO > FLEX	PRO + EXTEN > ADD
PRO + FLEX > ABD	FLEX + PRO > ADD	EXTEN + PRO > ABD
FLEX + ADD > PRO	EXTEN + ABD > PRO	ADD + EXTEN > PRO
ABD + FLEX > PRO	PRO + ADD > EXTEN	PRO + ABD > FLEX
ABD + SUPI > FLEX	ADD + SUPI > EXTEN	SUPI + FLEX > ADD
SUPI + EXTEN > ABD	EXTEN + SUPI > ADD	FLEX + SUPI > ABD
EXTEN + ADD > SUPI	FLEX + ABD > SUPI	ADD + FLEX > SUPI
ABD + EXTEN > SUPI	SUPI + ADD > FLEX	SUPI + ABD > EXTEN



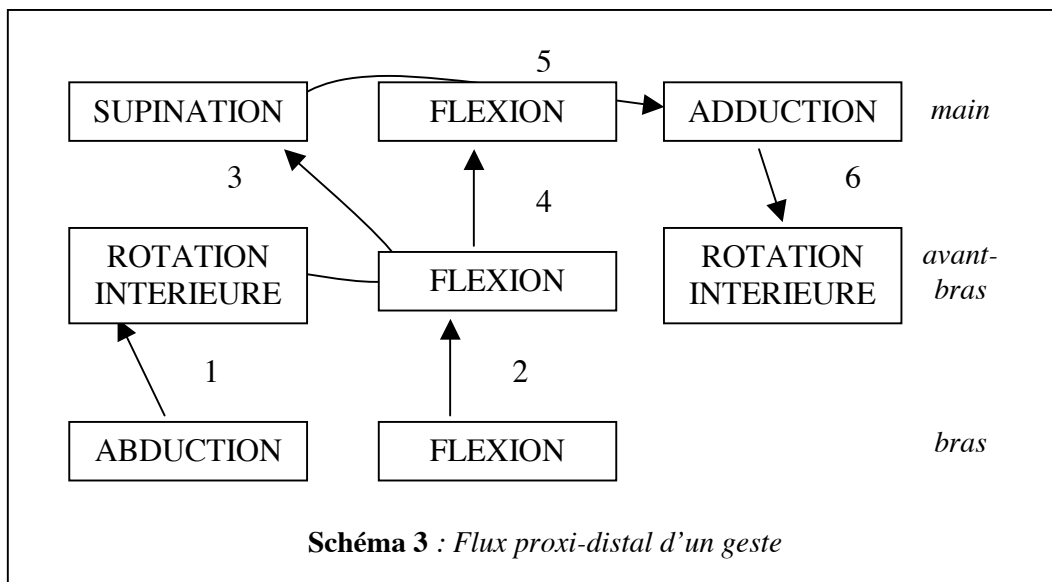
3. Schématisation de gestes

On a déterminé un abouchement dynamique d'espace par segment. Cela donne la mesure des interdépendances qui se jouent entre les degrés de liberté. Ainsi, le nombre de mouvements involontaires laisse présager du déploiement sur d'autres segments de gestes qui sont initialement effectués sur un segment donné.

Un geste initié sur le bras aura des répercussions involontaires et inertielles sur l'avant-bras et/ou la main ; ces mouvements seconds peuvent eux-mêmes provoquer un transfert de mouvement intra ou intersegmental. La circulation des transferts volontaires ou involontaires dépose une empreinte durable dans ce système complexe à 28 degrés de liberté et les abouchements que nous avons vus réduisent le nombre de dimensions qui sont effectivement à l'œuvre dans le déploiement d'un geste.

3.1. Pour un flux proxi-distal

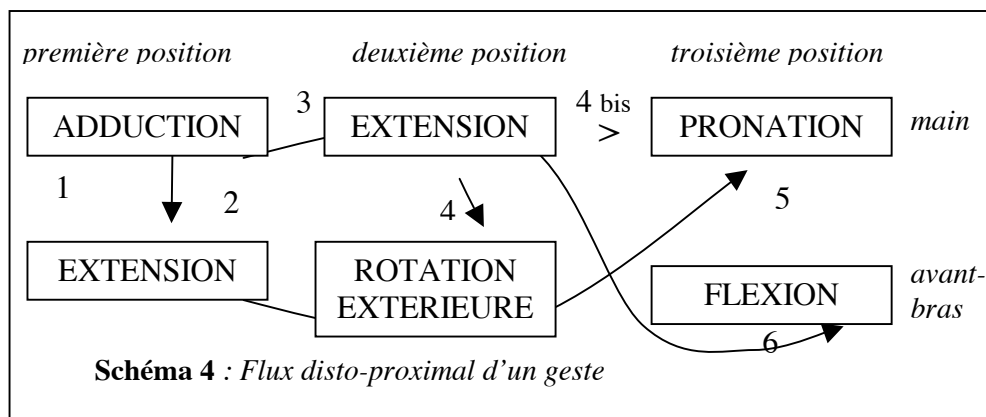
Pour un geste initié sur le bras, le déroulement schématique se présente comme suit : le mouvement débute sur le bras (ligne la plus basse, voir schéma 3) puis il est transféré sur l'avant-bras (ligne intermédiaire) et remonte jusqu'à la main (ligne supérieure). Cela montre bien l'alternance de transferts inertiels et dynamiques.



Le geste débute par un double mouvement volontaire d'abduction et de flexion du bras. En 1 l'abduction induit par abouchement dynamique, une rotation intérieure involontaire de l'avant-bras ; suivi, en 2, d'une flexion du bras transférée vers l'avant-bras. Cette double répercussion sur l'avant-bras (rotation intérieure et flexion) entraîne un nouvel abouchement dynamique qui se traduit sur la main par une supination involontaire, en 3. De manière presque simultanée en 4, la flexion de l'avant-bras remonte sur la main par un transfert qui perd de sa force. Cela explique l'ordre supination + flexion, en 5, qui répercute involontairement, par abouchement encore, une adduction manuelle. Dernier soubresaut de ce geste : étant donnée la position de la main au moment où l'adduction apparaît, un faible transfert sur l'avant-bras par une rotation intérieure conclut l'enchaînement des mouvements. Ce schéma transsegmental distribue la mobilité du bras sur six degrés de liberté, ou dimensions, à partir du mouvement volontaire et contrôlé de seulement deux dimensions.

3.2. Pour un flux disto-proximal

Si la propagation du mouvement peut s'effectuer selon un flux allant du segment proximal vers les segments distaux, l'inverse peut se produire : la mobilité d'un geste peut se propager du segment le plus distal du schéma vers un segment plus proximal. Ainsi, le mouvement parti de la main diffuse sur l'avant-bras.



La ligne du haut représente le schéma manuel, celle du bas les conséquences sur l'avant-bras. Au début, l'avant-bras est fléchi à 90° et la main est orientée de sorte que le pouce soit dirigé vers le haut. La main est dans un plan sagittal, les doigts sont dirigés vers l'avant. Le geste débute par un mouvement d'adduction de la main (vers le bas, 1) qui se répercute d'autant plus rapidement sur l'avant-bras (extension, 2) que l'amplitude de l'adduction est limitée à 45°. L'autre mouvement volontaire est l'extension de la main (vers l'extérieur, 3) dont le transfert sur l'avant-bras est une rotation extérieure (4), les pôles de dimensions étant orientés dans la même direction. De manière quasi-simultanée (4bis), la suite ADDUCTION + EXTENSION provoque un mouvement de PRONATION involontaire. Selon une situation identique d'abouchement, le schéma brachial EXTENSION + ROTATION EXTERIEURE donne un mouvement également involontaire de pronation (5). Ainsi par deux côtés, l'amplitude de ce mouvement induit est-elle renforcée. Enfin, en 6, à cause d'un mouvement de pronation très important, la main se retrouve dans une position telle que le mouvement volontaire d'extension manuelle, quand il est transféré, provoque sur l'avant-bras une flexion involontaire (6).

3.3. Règles d'émergence des flux de propagation

Pour quelles raisons le mouvement d'un geste se déplace-t-il selon un flux plutôt qu'un autre ? Étant donné qu'une force a une direction, chaque mouvement opère un changement susceptible d'affecter les segments limitrophes selon une direction déterminable par la physiologie. L'inertie joue évidemment un rôle dans la direction de propagation du mouvement : le transfert va en direction du segment contigu de plus faible inertie (l'ordre absolu d'inertie décroissante suit les segments de l'épaule aux dernières phalanges).

Néanmoins, plus le mouvement rapproche le degré de liberté de son amplitude maximale, plus le transfert est présent et susceptible de remonter la pente segmentale vers le segment qui

a plus d'inertie. Ainsi, pour un degré de liberté de la main comme l'abduction/adduction dont la course est réduite (amplitude de 15° pour l'abduction et de 45° pour l'adduction), les limites, très vite atteintes, orientent le transfert vers l'avant-bras, imposant ainsi ce flux disto-proximal à l'ensemble du geste. Le fait que cette dimension soit en première position du schéma de la main oriente toujours le geste vers ce flux. Cela particulièrement lorsque le pôle en mouvement est une abduction (15° d'amplitude). Au contraire, en troisième position, ce même degré de liberté subit en conséquence de l'abouchement manuel, un flux de propagation proxi-distal. Entre ces deux extrêmes, en deuxième position donc, les deux cas de figure coexistent, on y reviendra.

Les autres dimensions de la main, de l'avant-bras et du bras, pour lesquelles les amplitudes très larges ne s'opposent que plus rarement à la pente naturelle de l'inertie, laissent la succession des mouvements suivre cette détermination physique. Toutefois, les abouchements dynamiques d'espaces bouleversent cet ordonnancement en exerçant une influence structurale parfois plus rapidement que ne le fait le seul transfert de la quantité de mouvement. Tous ces facteurs, sans compter les déterminations musculaires, jouent ensemble selon des ordres changeants en fonction des situations. Ces dernières restent encore à préciser même si certaines sont circonscrites.

4. Schémas articulaires de 32 gestes

L'ensemble des schémas de la main, de l'avant-bras et du bras figure ci-dessous sous forme d'Unités Gestuelles (désormais UG) qui rassemblent des mouvements sur plusieurs segments déterminés par des transferts physiques et physiologiques, tous à partir d'un double mouvement volontaire de deux degrés de liberté d'un segment (souligné dans chaque UG). La moitié gauche du tableau concerne les UG avec une pronation, la moitié droite, ceux effectués avec une supination ; dans la partie

supérieure du tableau, les gestes de la main sont composés avec des adductions tandis que la partie inférieure rassemble les UG où les mouvements d'abduction figurent dans le schéma de la main.

Dans ce tableau des 32 UG, la rotation de l'avant-bras est abrégée par la dénomination de ses deux pôles (EXTérieure et INTérieure). Les autres abréviations reprennent les premières lettres de chaque pôle (PRO pour pronation, FLEX pour flexion). Chaque UG est numérotée. Dans le texte en regard de cette numérotation, la 1^{ère} ligne représente la main, la 2^e l'avant-bras ; les exceptions sont spécifiées entre parenthèses. Chaque section regroupe un ensemble de pôles des degrés de liberté de la main qui sont identiques, la quantité de mouvement ou l'ordre varie.

Ces 32 unités gestuelles sont toutes effectuées à partir de la même position : avant-bras fléchi à 90°, main en position intermédiaire (ni pronation ni supination) sans flexion/extension ou abduction/adduction marquées. Pour l'ensemble du tableau, la partie volontaire du geste n'agit que sur deux dimensions qu'elles soient digitales, manuelles ou brachiales (avant-bras et bras). Les autres composants de chaque UG proviennent du transfert de la quantité de mouvement selon une détermination physique ou par abouchement, selon des déterminations physiologiques⁶. Rien d'autre ne gouverne le déploiement de ces gestes. On peut dire que ces UG sont simples. Elles étendent leurs projections sur plusieurs segments selon une enveloppe plutôt que sous une forme unique.

⁶ Comme cela a été vu dans les deux exemples des points 3.1. et 3.2. (*supra*).

Une morphologie de la gestualité : structuration articulaire

- | | | | |
|---------------------------|--|---|----------|
| (1) | <u>pro+ADD>exten</u>
EXTEN EXT FLEX | <u>supi+ADD>flex</u>
EXTEN INT FLEX | (2) |
| (3) | <u>PRO+add>EXTEN</u>
<u>EXTEN EXT FLEX</u> | <u>SUPI+add>FLEX</u>
<u>EXTEN INT FLEX</u> | (4) |
| PRO+EXTEN>ADD | (5) | SUPI+FLEX>ADD | (6) |
| EXT FLEX EXT | | INT FLEX INT | |
| <u>ADD FLEX</u> | (bras) | <u>ABD FLEX</u> | (bras) |
| (7) | <u>ADD+EXTEN>PRO</u>
EXTEN EXT FLEX | <u>ADD+FLEX>SUPI</u>
EXTEN INT FLEX | (8) |
| (9) | <u>flex+ADD>pro</u>
INT EXTEN EXT | <u>exten+ADD>supi</u>
EXT EXTEN INT | (10) |
| (11) | <u>FLEX+add>PRO</u>
INT EXTEN EXT | <u>EXTEN+add>SUPI</u>
EXT EXTEN INT | (12) |
| <u>ADD+PRO>FLEX</u> | (13) | <u>ADD+SUPI>EXTEN</u> | (14) |
| EXTEN EXT EXTEN | | | |
| EXTEN INT EXTEN | | | |
| (15) | <u>FLEX+PRO>ADD</u>
INT EXTEN EXT | <u>EXTEN+SUPI>ADD</u>
EXT EXTEN INT | (16) |
| (17) | <u>pro+ABD>flex</u>
FLEX INT EXTEN | <u>supi+ABD>exten</u>
FLEX EXT EXTEN | (18) |
| (19) | <u>PRO+abd>FLEX</u>
<u>FLEX INT EXTEN</u> | <u>SUPI+abd>EXTEN</u>
<u>FLEX EXT EXTEN</u> | (20) |
| PRO+FLEX>ABD | (21) | SUPI+EXTEN>ABD | (22) |
| INT EXTEN INT | | | |
| EXT EXTEN EXT | | | |
| <u>ABD EXTEN</u> | (bras) | <u>ADD EXTEN</u> | (bras) |
| (doigts) <u>ABD FLEX</u> | | <u>ABD EXTEN</u> | (doigts) |
| (23) | <u>ABD+FLEX>PRO</u>
FLEX INT EXTEN | <u>ABD+EXTEN>SUPI</u>
FLEX EXT EXTEN | (24) |
| (doigts) <u>EXTEN ABD</u> | | <u>FLEX ABD</u> | (doigts) |
| (25) | <u>exten+ABD>pro</u>
EXT FLEX INT | <u>flex+ABD>supi</u>
INT FLEX EXT | (26) |
| (27) | <u>EXTEN+abd>PRO</u>
EXT FLEX INT | <u>FLEX+abd>SUPI</u>
INT FLEX EXT | (28) |
| <u>ABD+PRO>EXTEN</u> | (29) | <u>ABD+SUPI>FLEX</u> | (30) |
| FLEX INT FLEX | | | |
| FLEX EXT FLEX | | | |
| (31) | <u>EXTEN+PRO>ABD</u>
EXT FLEX INT | <u>FLEX+SUPI>ABD</u>
INT FLEX EXT | (32) |

Chaque forme se déploie selon un ordre d'enchaînement déterminé. Cette sorte de programme morphologique va capter sur le substrat, en l'occurrence le membre supérieur, tout ou partie de sa zone d'influence selon les réalisations. À l'intérieur de cette zone, la forme est réalisée selon des amplitudes différentes. De plus, chaque réalisation de cette forme gestuelle pourra être esquissée, rapide ou lente, faite d'un seul trait ou encore volontaire dans toutes ses dimensions y compris celles qui sont induites. L'unité gestuelle reste la même.

4.1. Centres d'organisation segmentaux

La nature des dimensions participe pleinement à la détermination qu'elle soit celle du flux de propagation des mouvements, celle du nombre de degrés de liberté sous influence (donc du nombre de segments de la zone d'influence) ou celle du segment où s'organisent les unités gestuelles. L'ordre des mouvements dans les schémas de chaque UG revêt également une importance : celle des directions dans les effets des abouchements par conséquent des formes gestuelles. Enfin, la position des degrés de liberté dans les schémas de chaque UG donne une idée de la quantité de mouvement qui caractérise chacun des pôles en action. Plus un pôle se rapproche de la première place, plus grande est la quantité de mouvement dans sa propre matrice d'amplitude. Dans le tableau ci-dessus, les abréviations en majuscules figurent les quantités de mouvement importantes eu égard à leur position dans le schéma. Certains schémas sont très proches comme les 1 et 7 ou bien encore le 2 et le 8. Ces UG sont organisées par la main. Leurs différences portent sur la position des pôles de la main en action. Cela provoque naturellement un déploiement différent des gestes, y compris sur l'avant-bras. De cette apparente différence de degrés, et non pas de nature, liée à la seule quantité de mouvement émerge pourtant une discontinuité. Au demeurant, elle provoque l'émergence de nouvelles UG. Puisqu'il n'y a pas de différence de nature, la continuité de la gestualité symbolique doit aller jusqu'à combler les écarts entre les unités de sens.

Les gestes 1 et 3 comme les gestes 2 et 4 (et aussi 17 et 19 ; 18 et 20) se distinguent uniquement par la quantité de mouvement tant sur la main que sur l'avant-bras. Dans cette proximité formelle entre les gestes apparaît leur lieu d'organisation : pour ces cas, lorsque le mouvement d'adduction ou d'abduction, en deuxième position, est plus important, le centre organisateur du geste est alors la main, tandis que c'est l'avant-bras pour les quantités de mouvements plus faibles. Autrement dit, les gestes 3, 4, 19 et 20 s'organisent sur l'avant-bras ; ce segment structure la forme projetée sur le membre supérieur. Selon quelles règles l'avant-bras structure-t-il les UG ?

D'une manière générale, l'avant-bras organise les UG dès lors que le degré de liberté en 1^{ère} position du schéma de l'avant-bras est une flexion ou une extension et que l'abduction ou l'adduction du schéma de la main est en 2^e position selon une faible quantité de mouvement (3, 4 19 et 20). J'ai déterminé ainsi les règles d'émergence du centre d'organisation de l'avant-bras ; naturellement celles présidant l'apparition de tels centres organisateurs pour les autres segments (bras, main, doigts) sont également déterminées et ce pour des UG simples (voir Boutet 2001). Alors que l'avant-bras structure des UG, des réalisations uniquement manuelles en conservent l'identité. Les degrés de liberté de la main mis en mouvement ne constituent alors qu'une anamorphose qui conserve intacte l'identité gestuelle, même s'ils sont seuls à bouger. On assiste ainsi à une véritable captation formelle qui crée une filiation morphologique parfois étrangère à la modalité visuelle, comme on va le voir. Le segment qui bouge se comporte alors comme un simple support.

4.2. Identités proprioceptives

Ainsi, l'UG 22 est organisée au niveau du bras segment à plus forte inertie comme toutes les UG qui ont une abduction/adduction brachiale en tête de schéma (5, 6 et 21). Elle déploie son influence jusqu'à la main selon un flux proxi-distal et va même jusqu'à remonter par un flux disto-proximal à partir de

la main : elle inverse le dernier degré de liberté dans le schéma de la main (ABD) par son pôle opposé (ADD). Dans l'UG 22 une abduction s'inverse en adduction pour donner l'UG 14. Ce dernier pôle ayant toute l'amplitude pour bouger, il se retrouve en première position du nouveau schéma de la main (UG 14 désormais) alors que les pôles des deux autres dimensions de la main restent inchangés. Naturellement, une autre forme apparaît sur l'avant-bras.

Cette UG 22 qui étend son emprise sur une autre unité gestuelle (14) peut être traduite par « impuissance ». On suit bien le mouvement des bras qui se collent sur le côté du corps (ADD) tandis qu'ils sont projetés vers l'arrière (EXTEN). Dans le même temps, les avant-bras se portent vers l'extérieur (EXT) et vers le bas (EXTEN). Presque au même moment, les paumes s'ouvrent (SUPI) et s'étendent (EXTEN). Le mouvement d'abduction de la main en découle (ABD), la main dans cette dernière position venant accentuer la rotation extérieure de l'avant-bras (EXT). On reconnaît ici un geste type de l'expression de l'« impuissance ». Les avant-bras peuvent d'ailleurs être recentrés par une rotation intérieure issue elle-même d'un mouvement d'abduction (voir UG 14), la même étiquette de sens pourra y être appliquée⁷.

De même, un geste de haussement d'épaules sera interprété comme l'expression d'une impossibilité à agir. Si ces trois gestes (22, 14 et haussements d'épaules) sont très différents visuellement (pour les avant-bras et les mains vers le bas et l'extérieur pour l'UG 22, vers l'intérieur et vers le haut pour 14 et vers le haut pour les épaules dans la dernière réalisation), ils sont reliés les uns aux autres morphologiquement par des contraintes physiologiques. Ces réalisations gestuelles répondent en fait à une seule UG. Ces expressions anamorphiques d'un schéma organisé sur le bras constituent des projections. Ces projections anamorphiques possèdent une large zone d'influence dans une direction (au moins jusqu'aux doigts) et sont limitées au

⁷ Le schéma manuel est bien celui de l'UG 14, mais les répercussions brachiales sont INT FLEX ici, étant donnée la position de la main à l'issue de la réalisation de l'UG 22.

moignon de l'épaule dans l'autre (le haussement d'épaules, la très grande inertie du thorax réduit la projection du geste).

La double filiation morphologique, comme forme d'une part, et sémantique par conséquent comme morphème, d'autre part, qui se dessine pour le geste de l'«impuissance» ne repose pas sur un canon visuel : les directions des réalisations et les segments affectés sont si différents qu'ils offrent pour seule modalité structurante la proprioception. Si la vision en tant que modalité de saisie des phénomènes gestuels permet au récepteur d'accéder aux formes, elle ne lui permet pas d'accéder à ces anamorphoses parce qu'elle n'en connaît pas les plans de projection. La vision est en effet le lieu de réception de traces éparses. Mais l'empreinte générale de ces UG réside dans des phénomènes physiologiques qui bâtissent des référentiels, en l'espèce des centres d'organisations segmentaux, dont les entrecroisements de réalisations projetées quoique enchevêtrés n'en restent pas moins distincts.

4.3. La gestuelle comme substrat et comme support

Sans détailler les étiquettes des 32 UG présentés plus haut, 28 en émergent⁸. Toutes présentent cette bi-filiation morphologique et sémantique et toutes sont organisées sur des segments. D'un côté, on accède par la vision à des traces en quelque sorte diffractées aux quatre coins de zones de variation déterminées (les réalisations d'une même unité gestuelle). De l'autre, les justifications formelles des gestes par une iconicité imagique ne fonctionnent pas ici⁹.

Les référents de l'«impuissance» (22 et 14), de «partir»

⁸ À l'instar du rapprochement entre les gestes 22 et 14, des unités formelles entrent en adéquation dans leur déploiement. Il en va ainsi des couples 21 et 13, 4 et 30 ainsi que 3 et 29. La réduction du nombre d'unités de sens joue donc sur 4 gestes (les 13, 14, 29 et 30).

⁹ Naturellement, les langues de signes fournissent un immense réservoir de signes gestuels dont l'iconicité est indéniablement imagique et diagrammatique. Christian Cuxac l'a montré dans ses travaux.

(25) ou de « refuser » (7), non objectaux, ne peuvent être définis par des ancrages quasi-biologiques (perte de tonus pour l'« impuissance » démentie par le haussement d'épaules) ou des traits vectorisant un espace égocentré (cas de réalisations du geste « partir » pourtant effectué vers soi). Il semble à tout le moins que l'iconicité transite par le corps, sans que la vision de celui-ci donne un accès direct aux formes signifiantes. Ici, c'est bien le corps lui-même qui génère un canon d'iconicité.

5. Topologies gestuelles

Nous avons vu que seule l'appréhension physiologique permet de décoller les formes signifiantes de celles dans lesquelles elles peuvent être introjectées ou transférées (vers un autre segment). En somme, c'est le redressement des perspectives faussement visuelles (les anamorphoses) par une approche articulaire qui permet d'établir les règles à partir desquelles le substrat physiologique joue sur lui-même. Ces projections gestuelles sur leur propre support modifient les dénominations. Et elles modifient surtout les phénomènes : la main, prise en tant que structure, est un centre organisateur, mais, appréhendée comme lieu de réalisation d'une UG, elle devient un emplacement défini par rapport à un référentiel de type topologique. Ce référentiel topologique se caractérise sur l'ensemble du membre supérieur (segment organisateur) par un sous-ensemble de voisinage : ouvert, il présente certaines propriétés de projection sur tout ou partie du membre supérieur. Ainsi chaque segment peut constituer un lieu structurel et un simple emplacement dans une terminologie empruntée aux langues des signes (Stokoe). Cependant, contrairement au paramètre de Stokoe, le type d'emplacement visé ici n'appartient pas à un espace euclidien ou métrique ; il ne peut être saisi par un référentiel axial ou polaire mais selon un espace topologique dont la caractérisation est en cours.

5.1. L'emplacement comme re-référentialisation visuelle

L'iconicité d'image, avérée pour bon nombre de gestes, est impuissante à justifier toutes les formes gestuelles. Toutefois, certains gestes dont le canon d'iconicité relève de la physiologie articulaire se cristallisent sur des emplacements. Ceux-ci sont changés en positions absolues sous l'effet d'une conception métrique de l'espace par conséquent redevable d'une iconicité dont la modalité est visuelle. Ainsi, l'UG 6 dont l'étiquette est « s'en ficher », organisée par le bras et projetant sa forme jusque sur les doigts¹⁰ et même au-delà et à rebours (UG 30), amène, en fin de course, la main au-dessus de l'épaule en supination et en flexion. Cet emplacement final est provoqué par ce qui lie la main à l'avant-bras (ainsi qu'au bras) dans une situation de rotation intérieure et de flexion importante, étant donnée la situation finale du bras en abduction et en flexion. En somme, il s'agit d'une position relative de la main, qui ne possède pas de détermination statique et visuelle. C'est une position finale ; en aucune façon, il ne s'agit d'un but à atteindre. Cet emplacement acquiert une valeur sémantique de sorte qu'une UG telle que 1, « rejeter », effectuée par la main selon son schéma mais dans une position où elle est d'emblée au-dessus de l'épaule pourra être étiquetée : « négliger » ; c'est-à-dire le résultat d'une composition de « rejeter » par le geste et de « s'en ficher » par l'emplacement. Il me semble que cette composition se produit entre un emplacement relatif, une sorte de *position* cristallisé, et un geste. Cependant cette position est candidate à une réification donnée par la vision qui lui confère un caractère absolu dans un espace métrique égocentré : *ce qui a lieu au-dessus et à proximité de l'épaule*. Ce glissement de référentiel vers un espace métrique égocentré sémantise certaines positions ; c'est ce glissement qui

¹⁰ Si ce geste est organisé sur le bras, une réalisation du schéma sur les doigts par la seule flexion de l'auriculaire et de l'annulaire, alors que la main est en position de supination, donne bien la signification de « s'en ficher ». En cela l'espace n'est ni métrique ni euclidien puisque le même sens s'affiche ici et là par des segments éloignés, et selon des mouvements différents.

confère des cristallisations de positions et, partant qui permet à Stokoe d'attribuer le statut de paramètre de l'emplacement (voir également *infra*, 5.3.). Au-delà même de l'hétérogénéité de ce paramètre qui comprend des positions réifiées et des contacts absolus avec une partie du corps ou du visage, plusieurs types d'iconicité coexistent. Il faut pouvoir en rendre compte.

5.2. Homéomorphisme comme figure de l'iconicité

La notion d'homéomorphisme empruntée à la topologie semble correspondre mieux à cette iconicité multiple que l'acception d'une iconicité essentiellement visuelle, assimilable à l'homothétie. Cette dernière est une transformation géométrique pour laquelle un point O fixe et un nombre K font correspondre à tout point M de l'espace un point M' de sorte que $OM' = KOM$. L'homothétie relie donc deux points dans un même espace et si M est la figure du référent et M' celle du signifiant gestuel qui le représente, on doit considérer qu'ils font partie d'un seul système visuel ou spatial dans lequel le corps agit comme un pantographe à une anamorphose près (le facteur K par rapport au centre O).

L'homéomorphisme quant à lui, est une bijection faisant correspondre à deux éléments voisins d'un ensemble, deux éléments également voisins d'un autre ensemble. Très brièvement, la notion de voisinage permet de dire que pour tout point x d'un ensemble E , E peut être considéré comme un voisinage de x . Pour définir cela, on utilise des sous-ensembles de E auxquels x appartient, et qui répondent déjà à l'axiome de voisinage. On aura compris que les sous-ensembles constituent l'image des centres d'organisation avec leurs types de voisinages, différents selon les segments, E étant le membre supérieur. Or, chaque sous-ensemble peut avoir sa propre topologie. Elle est conférée ici, entre autres, par les rapports que les degrés de liberté entretiennent entre eux. Ainsi, un voisinage muni d'une certaine topologie peut s'étendre à l'ensemble du membre supérieur (cas du bras comme centre organisateur) ou bien être réduit (cas des doigts comme centre organisateur).

Naturellement, par le voisinage et la topologie propres à chaque sous-ensemble, on devine l'image des identités morphologiques (en tant que formes et comme morphèmes) superposables sur cet espace topologique. En outre, la comparaison de deux espaces topologiques que l'homéomorphisme implique permet deux choses. D'une part, de donner corps à deux ensembles, l'un fait des *représentations visuo-cognitives*, l'autre constitué par les *représentations gestuelles*, chacun avec une topologie propre. D'autre part, de mettre en rapport des formes non identiques mais isomorphes non pas visuellement mais topologiquement.

En somme, même si chacun de ces ensembles intègre une modalité, l'homéomorphisme permet de s'en affranchir dans l'iconicité et de considérer que les topologies respectives des ensembles sont prégnantes.

On l'a vu, il est possible de définir des topologies distinctes sur un même ensemble. De la sorte, l'ensemble dénommé *représentations gestuelles* peut transférer sa structure topologique ou une de ses topologies à l'ensemble dit des *représentations visuo-cognitives* par une application. Et c'est cette application qui crée, ainsi, une topologie supplémentaire sur cet ensemble cible, représentations visuo-cognitives qui en était déjà pourvu. Cette topologie transférée enrichit l'ensemble cible (visuel) d'une structure nouvelle provenant d'un ensemble répondant à une autre modalité (gestuelle).

En retour – ce qui est valable dans un sens l'est tout autant dans l'autre – l'ensemble des représentations gestuelles peut recevoir une topologie issue de l'ensemble visuo-cognitif. Il s'agit alors de vérifier que la topologie de l'ensemble source et celle de l'ensemble cible sont bijectives, – c'est-à-dire s'assurer qu'il existe une correspondance telle qu'à tout élément de l'un des ensembles correspond une image unique dans l'autre et qu'il n'existe pas d'élément de l'un sans son correspondant dans l'autre. Il s'agit également de s'assurer qu'on est en présence d'un homéomorphisme. Dès lors, on dispose d'un modèle pour passer d'un mode gestuel d'émission vers une reconnaissance visuelle réceptive, ainsi que d'un modèle de structuration des

formes.

Les multiples réalisations gestuelles de l'«impuissance», notamment, voisines les unes des autres articulièrement mais discontinues visuellement, sont alors reconnues, à la réception, comme faisant parties de la même unité gestuelle. Inversement, on peut rendre compte de la structuration d'origine visuelle de certains gestes (topologie visuelle transmise à l'ensemble gestuel par une application f) qui seront reconnus parce que, toutes ces topologies étant homéomorphes, elles acceptent une application inverse (f^{-1}). Les deux origines de structuration, gestuelle et visuelle, sont disponibles, transférables et utilisables tant dans la production que dans la reconnaissance. Ces deux origines dessinent des topologies différenciées : continues et compactes selon des voisinages pilotés par la physiologie pour la structuration gestuelle, ou avec des voisinages moins ouverts et plus distribués, pilotés par les saillances perceptives pour la structuration visuelle. Les exemples abondent dans les langues des signes (LS) où la forme d'un signe dont le référent est objectal se trouve distribuée sur tout ou partie des segments¹¹ (digitaux, manuel, brachiaux), conférant, par leur nombre, une grande force à l'approche paramétrique. Par conséquent, la structuration visuelle selon une iconicité d'image abonde dans les LS.

5.3. Cas de subordination d'une modalité à l'autre

Dans ce cas de structuration visuelle, l'utilisation du corps s'apparente à celle d'un support ; à l'inverse, la forme, le matériau ou la fonction d'objets **artefactuels** représentés sont susceptibles d'avoir été façonnés par ou en fonction du corps tant dans leur mode de fabrication que dans celui de leur utilisation. Le corps, comme fabricant, façonne les objets, du moins leur forme, leur matière et les manipule. Comme utilisateur, le corps

¹¹ La distribution ici ne signifie pas un transfert du mouvement comme dans la structuration gestuelle. Il s'agit plutôt de la collection de parties dont le membre supérieur rend compte soit par conformation particulière entre des segments ou avec un emplacement soit/ou par juxtaposition statique et/ou cinétique de formes segmentales entre elles.

se love dans ces objets artefactuels comme en un moule, parfois jusque dans leur matière. Dans les avatars modernes de ces objets continue à s'exercer une forte empreinte corporelle.

Les modes de représentation, d'utilisation ou de description de formes jouent une filiation parfois ténue mais existante, dont il s'agit de faire la recension. La structuration de la représentation gestuelle de ces objets procède d'une subordination de la modalité visuelle à celle de la proprioception. Il s'agit d'une topologie induite telle que l'ensemble visuel serait inclus dans celui de la proprioception, et pour les objets artefactuels seulement. Les modalités comme ensembles seraient alors dépendantes l'une de l'autre, elles répondraient à une inclusion, rendant compte alors d'un fonctionnement en série et non plus par application entre les modalités. Dans ce cas, la topologie n'est plus transférée par une application, mais c'est la structure même de la totalité de l'ensemble *des représentations visuo-cognitives* qui se trouve affectée par ce qui émane des modes de fabrication et d'utilisation gestuels de ces objets.

Cette structuration est tellement prégnante qu'il me semble que certains gestes redevables d'une praxis préexistante (comparer le poids de deux objets en les soupesant, chacun dans une main) constituent le schéma cognitif de la création d'un objet (le trébuchet, la balance à plateaux). En outre, à travers ce geste de comparaison, l'analyse visuelle classiquement proposée réifie l'objet « balance » comme référent, alors même qu'il s'agit d'une empreinte forte et ontogénétiqument toujours déjà présente d'un objet et d'une modalité sur l'autre.

Ainsi, le canon de l'iconicité, autrement dit la convention par laquelle le rapport d'analogie ou d'isomorphisme topologique est établi, peut sembler amodal parce que partagé dans une multimodalité.

Ce partage opère par diffusion (une application homéomorphe d'une modalité sur l'autre), par re-référentialisation (un changement de référentiel entre un espace de type topologique et un espace visuel de type métrique, cas de

« s'en ficher ») et enfin par empreinte (cas d'objets artefactuels qui constituent une trace persistante liant durablement les deux modalités, voire brouillant leurs frontières).

5.4. Conséquences pour les paramètres

Le paramètre *mouvement* dans les LS ou dans la gestualité symbolique doit aussi être considéré comme relevant de la structuration proprioceptive. Il me semble que la différence possible et reconnaissable entre des objets caractérisables, par exemple, par une percussion perpendiculaire lancée ou posée avec percuteur¹², réside entièrement dans le mouvement par la direction, l'inclinaison, la force, la fréquence et le mode de préhension. Songeons à la liste d'objets non exhaustive : marteaux d'électricien, de forgeron, de carreleur, de piano, maillet, massue, masse, heurtoir de porte, piolet, pioche, pelle, hache, cognée, poignard, dague, fleuret, épée, herminette, épingle... Chacun de ces objets peut être représenté gestuellement de manière différenciée sans avoir recours à une description de forme. Ainsi, certains paramètres constitueraient une trace préférentielle d'une modalité de structuration.

Bien que non univoques, ces paramètres peuvent aussi relever de plusieurs topologies. L'emplacement *au-dessus de l'épaule*, vu plus haut, issu d'une organisation gestuelle et susceptible d'être réifié en position absolue visuelle, répond à un transfert de topologie entre les deux ensembles. Lorsqu'on vise des points de contact sur le corps cette fois, le même paramètre d'*emplacement* est plus en rapport avec une détermination visuelle. Chacun des paramètres pris dans sa totalité est hétérogène.

On peut considérer le paramètre *configuration* comme composé d'un *emplacement* et d'un *mouvement*. L'emplacement relatif dans un espace non métrique et non euclidien est atteint

¹² Je reprends ici une catégorie d'André Leroi-Gourhan. Il s'agit bien sûr d'objets artefactuels.

par un *mouvement* digito-manuel ou – ce qui revient au même ici – se trouve au départ d'un mouvement¹³ ; à l'instar de ce que dépose, à partir d'autres segments – sur une autre échelle donc – le geste « s'en fichier » comme emplacement relatif puis absolu, parce que saisi par la vision. Cet emplacement relatif qui devient absolu fait apparaître une très grande stabilité du mouvement qui le produit au point qu'il est mis de fait entre parenthèses. À cet égard, l'UG 7 « refuser », quoique produite par un mouvement manuel, voit souvent son sens cristallisé dans une position finale où la paume est face à l'interlocuteur, doigts orientés vers le haut (« non merci »). Le mouvement s'efface devant une nouvelle position cristallisée. Si naturellement, la *configuration* provient aussi de dépôt d'origine visuelle, on peut noter néanmoins que pour chaque paramètre deux origines sont possibles. Ainsi, derrière l'apparente indépendance des paramètres – condition même d'une analyse paramétrique –, Stokoe a plus abordé, de fait, le principe du caractère compositionnel de toute gestuelle symbolique, cela malheureusement à travers la substance de l'expression. Or, il semble qu'une forme de l'expression se dégage. À travers cette dernière, l'indépendance entre ce qui est présenté comme des paramètres, n'est pas totale (cas de transfert de mouvements sur plusieurs segments, émergence d'emplacements relatifs, cristallisations de positions). L'esquisse d'une phonologie articulaire avec un modèle de transfert ou d'incidence vers une phonologie visuelle apparaît. Cet article vient d'en aborder certaines bases.

Bibliographie

BACON F., 2002 [1620], *Novum organum*, PUF, Paris.

¹³ De même, le paramètre *orientation*, redevable aussi de compositions d'un emplacement et d'un mouvement, rend compte de structures topologiques d'origine physiologique.

- BOUTET D., 2001, *Approche morpho-dynamique du sens dans la gestuelle conversationnelle*, Thèse de doctorat, Université de Paris 8, Saint-Denis.
- BOUTET D., GARCIA B., 2003, *Vers une formalisation graphique de la Langue des signes française (LSF) : Éléments d'un programme de recherche*, La nouvelle revue de l'AIS n° 23, CNEFEI, Suresnes.
- CALBRIS G., 2003, *L'Expression gestuelle de la pensée d'un homme politique*, CNRS éditions, Paris.
- CICERON, 2002 [106-43 av J.C.], *La Nature des dieux*, Les Belles Lettres, Paris.
- CUXAC C., 2000. *La Langue des signes française (LSF) ; les voies de l'iconicité*, *Faits de Langues* 15/16, Ophrys, Paris.
- DARWIN C., 2001 [1889], *L'Expression des Émotions chez l'homme et les animaux*, Payot, Paris.
- KAPANDJI I. A., 1980, *Physiologie articulaire*, Maloine, Paris.
- LEROI-GOURHAN, A., 1971, *L'Homme et la matière*, Albin Michel, Paris.
- MAC NEILL D., 1992, *Hand and Mind*, The University of Chicago Press, Chicago and London.
- MARTIN-DUPONT X., 1995, *Les Modalités d'évaluation objective dans le domaine de la communication non verbale*, Notes et documents, LIMSI/CNRS, Orsay.
- MERLEAU-PONTY M., 1945, *Phénoménologie de la perception*, Gallimard, Paris.
- QUINTILIEN, 1979 [42, 120], *Institution oratoire, Livre XI*, Les belles lettres, Paris.
- STOKOE W. C., 1960, *Sign language structure : an outline of the visual communication systems of the American Deaf*,

Occasional Papers 8, University of Buffalo, Buffalo, N. Y.

TVERSKY B., TAYLOR H.A., MAINWARING S., 1997, *Langage et perspective spatiale*, in *Langage et cognition spatiale*, M. Denis (ed), Masson, Paris,

VITRUVÉ, (1996), *Les Dix Livres de l'architecture*, fac-similé de la traduction de 1684, Mardaga, Liège.

Articles et chapitres d'ouvrages à propos de

La négation gestuelle et signée

Boutet, D. (2015). Conditions formelles d'une analyse de la négation gestuelle. *Vestnik of Moscow State Linguistic University, Discourse as social practice: priorities and prospects* (6 (717)), 116-129.

УДК 811.11

Д. Бутэ

Ph.D., Лаборатория формальных структур языка, НЦНИ / Университет Париж 8, Университет Эври Вал д'Эссонн; e-mail: dominique_jean.boutet@orange.fr

ФОРМАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЖЕСТОВ, ВЫРАЖАЮЩИХ ОТРИЦАНИЕ

В исследовании показано, что жесты, сопровождающие отрицательные конструкции и получающие формальное описание в эгоцентрической системе координат, также могут изучаться с точки зрения их многоплановых анатомических характеристик. Анатомическая система координат позволяет выделить два типа жестов со значением отрицания. Данные типы анализируются в статье с опорой на кинесиологические свойства.

Ключевые слова: жестовое отрицание; система координат; физиология артикуляции.

Boutet D.

Ph.D., Formal Structures of Language Laboratory, CNRS / University of Paris 8; University of Évry Val d'Essonne; e-mail: dominique_jean.boutet@orange.fr

FORMAL ANALYSIS OF GESTURAL NEGATION

The gestural negation formally defined by an egocentric frame of reference can be also studied through an intrinsic and multiple frame of reference. The reference enables the categorisation of the negation in two gestural types. Their emergence are based on kinesiological properties, presented here.

Key words : gestural negation; frame of reference; physiology of articulation.

Boutet D.

Ph.D., Laboratoire Structures Formelles du Langage / CNRS et Paris 8; Université Evry-Val-d'Essonne; e-mail: dominique_jean.boutet@orange.fr

CONDITIONS FORMELLES D'UNE ANALYSE DE LA NEGATION GESTUELLE¹

La négation gestuelle définie formellement selon un repère égo-centré peut également être étudiée selon un cadre de référence intrinsèque multiple. Ce repère permet de catégoriser les négations en deux types gestuels dont l'émergence dépend des caractéristiques physiologiques détaillées ici.

Mots-clés: négation gestuelle; cadre de référence; physiologie articulaire.

¹This research has been supported by Russian Science Foundation grant #14-48-00067.

Introduction

La négation gestuelle manuelle est largement décrite dans la littérature [8; 9; 14; 13; 7]. Fondamentalement fonctionnelles et très précises de ce point de vue, ces études décrivent dans un deuxième temps la forme des gestes. La démarche consiste donc à passer du sens des gestes vers la description de leurs formes. Pourtant ces analyses butent toutes sur l'exploration des traits invariants de la négation; alors même qu'ils unifieraient les gestessous une bannière sémantique formalisable par-delà leurs très (trop ?) nombreuses variantes.

Pour atteindre cet objectif de mise à jour des traits invariants de la négation, nous proposons ici d'inverser la démarche : à partir d'une description formelle très précise des gestes, extraire les traits invariants de la négation et commencer à en tracer les variations.

Nous allons exposer les conditions de cette description formelle en termes de cadre de référence, puis de cinématique des gestes. Il nous semble indispensable de décrire les gestes en priorité selon un cadre de référence intrinsèque – base d'un codage formel précis – et les traduire, le cas échéant, dans un cadre de référence égocentré (partie 1). En outre, une connaissance cinématique de la gestualité est nécessaire pour coder les mouvements au plus près des phénomènes en jeux (partie 2). Enfin, nous présenterons les traits invariants polaires de la négation gestuelle (partie 3).

1. Différences entre points de vue égocentré et intrinsèque

Le cadre de référence égocentré constitue actuellement le seul cadre dans lequel le codage des gestes est effectué [1; 6; 9; 15; 17]. Ainsi le codage des gestes vu par rapport au corps les confine d'emblée dans un repère cartésien en 3 dimensions et ce quelles que soient les dénominations données (haut, bas ou axe $y'y$, avant, arrière ou axe $z'z$, gauche droite ou intérieure extérieure ou encore axe $x'x$). En faisant cela on réduit le nombre d'axes de description des gestes, à trois seulement. On confère aux trois plans du corps (sagittal, frontal et transversal) la capacité d'appréhender les gestes dans leurs mouvements et dans leurs orientations. Le cadre de référence égocentré constitue un filtre à travers lequel les gestes sont appréhendés et étudiés. Nous allons présenter les critiques essentielles qu'on peut formuler à l'encontre d'une notation égocentrée des gestes. Dans un premier temps, nous allons voir à quel point un cadre de référence égocentré opère un réductionnisme de l'objet gestuel qu'elle prétend décrire. Nous verrons ensuite que la description dite égocentrée a

de fait recours à d'autres cadre de référence. Enfin, nous verrons que si le cadre de référence intrinsèque est transposable dans un cadre de référence égocentré, l'inverse est faux. Ces faits confèrent au cadre de référence intrinsèque un bon recouvrement de la description de la gestualité, une généralité et une transférabilité vers un cadre de référence égocentré.

Irréductibilité des gestes à trois plans

Les gestes sont faits sur des segments ayant une indépendance relative : sur les doigts, sur la main, sur l'avant-bras, sur le bras, sur l'épaule pour ne prendre que les gestes manuels. Ces segments relativement indépendants les uns des autres constituent le support multiple du geste qui bouge donc autour de plusieurs degrés de liberté (désormais ddl, mouvement possible autour d'un axe indépendamment des autres segments et ddl). En fait comme nous le verrons dans la partie 2, en comptant des doigts à l'épaule, on a à faire à plus de 17 ddl. La réduction de l'ensemble des mouvements sur trois axes semble donc totalement illégitime. Au demeurant, les segments étant fixés les uns aux autres, il faut rendre compte de deux éléments : 1/la position relative de chaque segment par rapport au segment qui lui est le plus proche, par exemple la position de flexion ou d'extension de la main (mouvement avant et arrière de la paume) qui se mesure par rapport à la position de l'avant-bras et 2/la position absolue dans chacun des ddl ainsi définis, e.g. l'amplitude exacte de la flexion de la main, Flexion 30° ou Flexion 85° (position neutre : paume dans l'axe de l'avant-bras).



Fig. 1. Pronation, paume en bas Fig. 2. Pro., Paume vers l'avant Fig. 3. Pro., Paume vers la

Dans les figures de 1 à 3, la main est dans une position de pronation (rotation palmaire vers le pouce, opposée à la supination, rot. palmaire vers l'auriculaire). L'avant bras et le bras sont dans une position différente pour les trois gestes. La main n'a pas changé de position relative par rapport à l'avant-bras, elle est en position de pronation dans les trois cas. Elle n'a pas non plus changé de position absolue au sein du ddl de la pronation, elle est en position de pronation 90°. En termes de cadre de référence intrinsèque, la main garde la même position. Selon

un cadre de référence égocentré, la main a cette fois des orientations différentes (paume en bas, vers l'avant et vers la gauche). Le sens possiblement associé à ces gestes va du « refus » pour la figure 1, à un geste de « protection » pour la figure 3, en passant par un geste de « renoncement » pour la figure 2. Si l'orientation égocentrée de la paume distingue ces trois gestes, elle n'apporte pas d'information sémantique. En revanche la position intrinsèque de la main permet de dégager un trait sémantique commun à ces trois gestes, celui d'une négativité lié à une position de pronation marquée (voir partie 2).

2. Tout au long d'un geste, les positions de chaque segment sont descriptibles et sont potentiellement porteuses de traits sémantiques

Hétérogénéité du cadre de référence égocentré

Localiser un segment comme la main dans l'espace dans un cadre de référence égocentré consiste à placer 1/la main dans l'espace, 2/à orienter la paume dans l'espace, 3/à orienter la paume en fonction des doigts dans l'espace. Si on ne fait que la première opération alors on sait où se situe la main (par exemple au devant de l'épaule et à sa hauteur), mais elle peut être dans de multiples orientations (paume regardant devant, derrière, à gauche...). Il faut donc fixer l'orientation de la paume : elle est dirigée vers l'avant par exemple (voir fig. 2). Pour autant avec ces descriptions, les doigts peuvent être dirigés vers le haut, vers la gauche, voire, et plus difficilement, vers la droite et vers le bas. On voit que cette dernière étape d'orientation interne de la paume par rapport à la direction des doigts est nécessaire pour localiser avec précision la main. Détaillons la référence requise pour chacune de ces étapes. La main est repérée dans l'espace par rapport à un cadre de référence égocentré : le cadre de référence est relatif au corps du locuteur. La deuxième étape fait appel de manière implicite à un cadre de référence intrinsèque. En effet le plan de la paume est orienté en lui-même. La paume a un devant et un dos. Les informations sont données par rapport au plat de la paume. On a donc recours à un cadre de référence intrinsèque à la main pour fixer la face de référence. Une des deux dimensions de la paume est orientée par une référence interne : face ventrale. Une fois déterminée une partie de son orientation interne, la paume est située par rapport à un cadre de référence égocentré et donc relatif au corps (paume vers l'avant, l'arrière etc.). On voit bien ici que le

cadre de référence est hétérogène : intrinsèque et égocentré. La troisième étape consiste au fond à achever d'encadrer l'orientation du plan de la paume. Pour orienter l'autre dimension formant le plan de la paume, on a recours à la direction que prendraient des doigts depuis leur base jusqu'à leur pointe lorsqu'ils sont étendus, soit un autre cadre de référence interne. Par deux fois on a recours à un cadre de référence intrinsèque au milieu de cette description égocentrée. Il n'est donc pas exact de dire qu'on situe les gestes dans un cadre de référence égocentré.

Transfert informationnel du cadre intrinsèque vers l'égocentré et son irréversibilité

La transférabilité des cadres de références suppose qu'une information codée dans un cadre puisse être exprimable sans ambiguïté dans un autre cadre de référence. Ainsi à partir d'une position de la main en pronation 90° dans un cadre de référence intrinsèque, on peut transférer l'information dans un cadre de référence égocentré : position de la paume vers l'avant par exemple (voir figure 4 cas a), dès lors que dans leur cadre de référence intrinsèque respectif on connaît la position relative de l'avant-bras (ici Flexion 160° [dans le plan formé par le bras et l'avant-bras] et rotation intérieure 60° [rotation du bras sur lui-même]), et du bras (ici abduction 30° [écartement du bras vers le côté]). L'inverse, c'est-à-dire le fait qu'une information codée dans un cadre de référence égocentré puisse être transférée dans un cadre de référence intrinsèque n'est pas possible. Par exemple, une paume orientée vers l'avant dans un cadre égocentré (fig. 4 cas a/et b/) peut être soit en position d'extension 90° de la main (cas b), soit simplement avec une flexion maximale de l'avant-bras (cas a). Il y a donc irréversibilité du transfert de l'information du cadre de référence égocentré vers le cadre de référence intrinsèque.



Fig. 4.

la paume vers l'avant peut recouvrir : à gauche, une pronation 90° de la main et, pour l'avant-bras une flexion 160° et une rotation intérieure de 60° ou bien, à droite, une pronation 90° et une extension 80° de la main avec une flexion de 90° de l'avant-bras en neutralisant la position du bras, identique pour les deux gestes.

On peut donc reconstruire un geste dans un cadre de référence égocentré à partir d'un cadre de référence intrinsèque. L'inverse est impossible sans qu'il y ait des ambiguïtés ou des imprécisions.

Trois raisons majeures président ainsi à la prévalence d'un cadre de référence de type intrinsèque sur un cadre de référence égocentré. La première relève du réductionnisme drastique qu'un cadre de référence égocentré -en général à 3 plans- opère sur les phénomènes gestuels qui relèvent d'au moins 17 degrés de liberté. La deuxième raison a trait à l'hétérogénéité d'une description égocentré qui mélange de fait deux cadres de référence. La troisième raison tient au fait qu'on peut transformer des données codées selon un cadre de référence intrinsèque vers un cadre de référence égocentré, alors que l'inverse n'est pas possible.

3. Quelques éléments cinématiques de la gestualité

Poursuivons cette voie d'une description selon un cadre de référence intrinsèque, multiple (un par segment) des gestes en exposant quelques éléments biomécaniques.

Après avoir défini la superstructure de la physiologie articulaire de la main, nous aborderons les principes généraux du transfert de mouvement entre les segments mais aussi entre les degrés de liberté. Puis, nous préciserons les rapports géométriques et cinématiques entre les axes autour desquels tournent les mouvements. Les contraintes articulaires pèsent fortement sur le déroulé des formes gestuelles. Si l'impulsion des mouvements est bien musculaire, la direction des mouvements dépend de ce que permet le squelette. Leurs formes répondent à un déterminisme que nous n'allons qu'esquisser ici.

Description de ces gestes en position et mouvements des degrés de liberté

Chaque degré de liberté (ddl) possède une amplitude propre ainsi que des butées articulaires. L'orientation de son axe et l'amplitude de mouvement qu'il ouvre dépendent de la conformation de l'articulation. Chaque ddl se déploie selon deux pôles. Pour la main, la pronosupination (palm down 90°, palm up 90°) possède deux polarités (colonne centrale de la figure 5, le photogramme central montre une position 0° pour les trois degrés de liberté). Le mouvement est visible sur la main par une rotation de celle-ci. La flexion (90°)/extension (90°) de la main (photos à l'extrême droite et à l'extrême gauche, figure 5) a un axe de rotation qui traverse le poignet dans sa plus grande largeur. L'abduction/adduction (les deux photos du haut, de

part et d'autre) définie par un mouvement dans le plan de la paume soit vers le pouce (abduction 30-35°) soit vers l'auriculaire (adduction 45°) voit son axe de rotation traverser le poignet de sa face charnue vers sa face pileuse. Les amplitudes sont différentes d'un ddl à l'autre. L'abduction/adduction atteint très vite la butée articulaire. Les mouvements de la main sont donc définis autour de trois ddl [2; 3].

Le déplacement et les transferts de mouvement

La main subit des déplacements. On doit distinguer clairement le déplacement d'un segment, du transfert de mouvement subi. Nous appelons **déplacement** d'un segment, une (série de) translation due à un segment plus proximal sans qu'il y ait modification de position des ddl du segment déplacé. Entre les figures 1 et 2, la main est déplacée par un mouvement de flexion de l'avant-bras sans modification positionnelle de ses ddl : elle reste en pronation maximale avec une légère extension. Nous appelons **transfert de mouvement** toutes les rotations autour d'au moins un axe d'un des ddl du segment considéré dues au mouvement d'au moins un autre ddl. Ce transfert peut provenir d'un autre segment proximal ou distal ou bien du même segment.

Cette distinction est importante pour le sens. Ainsi, un geste de « barrière » réalisé à deux mains consiste en un **déplacement** latéral des mains sans que leur mouvement ne modifie en quoi que ce soit le sens général. La signification « barrière » prend forme dans l'orientation des mains (paume vers l'avant, doigts vers le haut) et à travers le mouvement des bras et des avant-bras. Tandis qu'un geste de refus de la main (fig. 6) correspond à un **transfert de mouvement** porteur de sens : le mouvement de la main – la forme même de son déroulé — participe pleinement au sens.

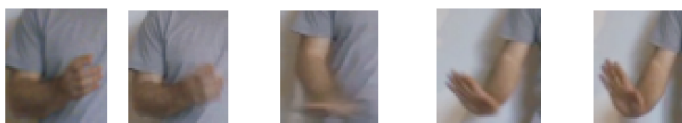


Fig.6 Décomposition d'un geste de « refus »

Plusieurs règles prévalent dans le transfert de mouvement, il convient d'en donner le détail afin de mieux 'lire' le sens des gestes (règles d'inertie, de cinématique du mouvement et de rapports géométriques entre degrés de liberté). Toutes ces règles proviennent de paramètres biomécaniques. Elles transfèrent le mouvement dans des directions différentes.

Règle d'inertie

Plus le segment est proche du buste plus l'inertie est grande (en fonction de la masse). Une tendance inertielle oriente donc le mouvement du bras vers les doigts. Nous verrons l'impact de cette règle de prévalence proximale sur la répartition des formes de négation. Cette tendance peut être contrebalancée par les mouvements volontaires de segments à faible inertie.

Cinématique du mouvement

Illustrons cette règle par un exemple. Pour la main en position de pronation (palm down), l'index replié au départ, un mouvement d'extension de l'index mène à un pointage. Son mouvement peut entraîner une légère extension de la main, voire une légère flexion de l'avant-bras, segments pourtant de plus grande inertie. Le mouvement remonte le long du membre supérieur selon un flux distal-proximal cette fois.

En généralisant, plus le mouvement est ample, plus il se rapproche de la butée articulaire du degré de liberté, plus il a de chances d'être transféré sur le segment adjacent selon le(s) degré(s) de liberté disponibles dans l'alignement. A partir de la figure 1, imaginons une extension plus marquée de la main (vers le haut) allant jusqu'à sa butée (90°). Ce mouvement sera transféré sur l'avant-bras par une flexion. Pour la main seuls deuxddl sont transférables : la flexion/extension et l'abduction/adduction. Ce dernier ddl impose un transfert vers l'avant-bras plus fréquent étant donné son amplitude réduite (30° et 45° comparéaux 90° de la flexion/extension). La pronosupination ne donne lieu à aucun transfert de mouvement vers l'avant-bras.

Pour résumer, le sens de propagation du mouvement le long du membre supérieur (proximal-distal ou distal-proximal) dépend à la fois du segment mis en action (pour la main la règle cinématique, pour le bras la règle inertielle) et du degré de liberté (pas de transfert de la pronosupination par exemple). Généralement orientée du bras vers les doigts, la propagation inertielle du mouvement s'inverse à mesure que le mouvement d'un segment distal se rapproche de sa butée articulaire, à l'exception de la pronosupination.

Rapports géométriques entre les degrés de liberté

La troisième règle a trait aux rapports géométriques entre les axes de rotation. Ils régissent la forme des gestes créée par les mouvements. Ces

rapports interviennent parfois de manière involontaire dans les transferts de mouvement.

Le premier rapport particulier – le paradoxe de Codman [11; 18; 19] – lie le mouvement d’abduction/adduction du bras (à partir d’une position les bras ballants, le pouce pointant vers l’avant, l’abduction élève le membre supérieur par le côté jusqu’à l’aplomb de l’épaule) avec une rotation intérieure de l’avant-bras et une pronation sur la main simultanées et involontaires. Pour s’en persuader, il suffit, à partir de cette position en hauteur, de redescendre le bras vers la position de départ en passant cette fois par l’avant (extension du bras). Le pouce pointe alors vers l’arrière, la paume regardant l’extérieur. Le membre supérieur a subi un mouvement de rotation intérieure et de pronation involontaires. Ces mouvements induits, involontaires, affectent les deux autres pôles opposés – rotation extérieure et supination – dès lors que le mouvement du bras est une adduction et non plus une abduction (éloignement du tronc).

La conséquence de ce paradoxe – un mouvement **conjoint**, involontaire – affecte également la pronosupination lorsqu’on a de manière simultanée un mouvement volontaire de rotation intérieure/extérieure et de flexion/extension de l’avant-bras. Ces phénomènes apparaissent dès qu’une articulation présente deux degrés de liberté et qu’un mouvement les affecte tous les deux (mouvement dit diadochal, [16]). On a alors un mouvement **conjoint** involontaire du troisième degré de liberté.

La main ayant trois degrés de liberté, tout mouvement de flexion/extension et d’abduction/adduction a une répercussion involontaire sur la pronosupination, comme toute autre combinaison de ces degrés de liberté (voir légende, figure 5). Sans entrer dans les détails, gardons à l’esprit le fait que les gestes composés de mouvements de la main et de l’avant-bras ont potentiellement un tiers de leurs mouvements qui sont involontaires et néanmoins porteurs de sens.

Les ddl montrent des singularités qui justifient l’utilisation d’un cadre de référence intrinsèque/segmental et multiple. Les flux de propagation de mouvements proximal-distal ou distal-proximal s’entrecroisent sans se confondre et affectent les segments de manière asymétrique[4]. L’influence des éléments articulaires sur la forme des gestes est bien celle d’une infrastructure: l’impulsion est musculaire, mais sa traduction en mouvement répond d’abord à ce que permettent

les articulations. C'est bien la physiologie articulaire qui donne leurs formes aux gestes et au sens associé. Comment la physiologie articulaire structure les gestes de négation.

4. Traits polaires invariants de la négation gestuelle

Invariants de la négation, cinématique et origine segmentale

L'inventaire des formes gestuelles manuelles de la négation fait par Kendon [14] et Calbris [8] distingue deux familles : Les Open Hand Prone (paume vers le bas ou vers l'avant, doigts vers l'avant ou vers le haut) et les Open Hand Supinewithlateralmovement (paume vers le bas ou vers l'avant, doigts vers l'avant ou le bas). Une méthode pour déterminer l'origine de cette structuration consiste à suivre les variantes possibles de chacune de ses familles le long du membre supérieur. En suivant le flux de propagation du mouvement et des transferts et à condition que la signification soit bien la même, on peut déterminer quel segment porte la source du sens.

La position Open Hand Supinewithlateralmovement (PL) exprime globalement l'incapacité, la non existence, voire une négation épistémique [14, p. 275–281], ce mouvement latéral correspond à une rotation extérieure doublée parfois d'une extension des avant-bras. Les quatre interprétations possibles qu'il relève pour ce type de gestes donnent le motif général de ces gestes : *la non intervention* [14, p. 275].

Pour le geste de l'incapacité, le bras est rejeté vers l'arrière par un mouvement d'extension et, en même temps, il se rapproche du buste par une adduction ; sur l'avant-bras, on a une rotation extérieure, par transfert (paradoxe de Codman) et une extension (transfert inertiel), tandis que le geste se poursuit par son transfert sur la main selon un mouvement de supination (paradoxe de Codman) et d'extension (inertiel). Le sens général de ce geste est alors l'impuissance ou l'incapacité, tout comme l'Open Hand Supine avec un mouvement latéral. Ce geste peut être accompagné d'un haussement d'épaules (*shrug*). Le seul *shrug* donne le même type de sens [10, p. 80; 20]. En résumé, pour cette expression de l'incapacité/négation épistémique les pôles couverts sont pour le bras l'abduction et l'extension, pour l'avant-bras la rotation extérieure et l'extension, pour la main la supination et l'extension et à l'opposé le *shrug* sur l'épaule (encarts en gris clair dans le schéma 1).

L'autre famille – l'Open Hand Prone – dont le sens général est le refus, le rejet, la négation, peut être accompagnée d'un mouvement d'adduction

de la main (mouvement dans le plan de la main vers l'auriculaire) comme le souligne [9, p. 225 et suivantes] ou [12, p. 479–496]. Tous ces exemples présentent une position ou un mouvement de pronation et d'adduction de la main. A l'aide de la même méthode de suivi formel et sémantique, on remonte les transferts le long du membre supérieur (schéma 1, seul encart en dégradé de gris). Ainsi le flux de propagation du mouvement semble bien être distal-proximal pour ce type de négation. Le segment substrat se situe au niveau de la main par une position/mouvement de pronation et d'adduction (voir schéma 1, encarts en gris foncé).

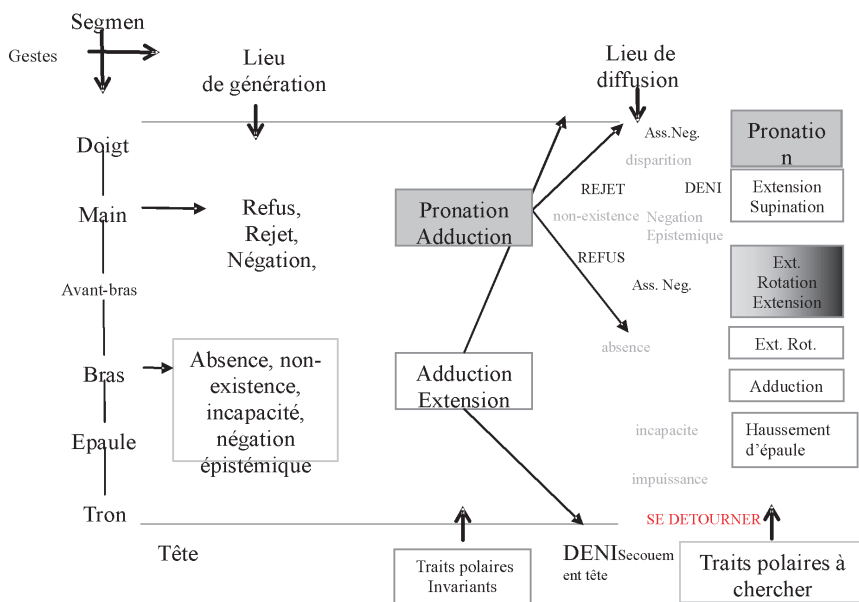


Schéma 1. Définition formelle des traits de négation

Les gestes de négation se génèrent soit au niveau de la main soit au niveau du bras. Cette génération se fait selon deux pôles à chaque fois (Pro.Add sur la main et Add. Exten sur le bras). Le premier type de geste diffuse par transfert de mouvement vers les doigts d'un côté et sur l'avant-bras de l'autre ; il ne remonte guère au-delà (encarts gris foncé). Les gestes relevant de la négation épistémique diffusent vers l'épaule d'un côté (shrug) et vers la main de l'autre (encarts gris clairs). L'ensemble de ces diffusions sur des segments supports se fait selon des invariants polaires particuliers qui deviennent des pôles de négation.

Pour résumer, on distingue formellement deux unités gestuelles pour la négation. L'une émane de la main et diffuse son enveloppe et son sens vers l'avant-bras. Le transfert du mouvement n'atteint pas le bras. L'autre type de négation lié à un positionnement épistémique a un flux proximal-distal qui émane du bras. Le transfert de mouvement affecte l'avant-bras, la main puis les doigts, mais peut également, depuis le bras, remonter sur l'épaule (*shrug*).

Conclusion

Des traits polaires invariants de la négation gestuelle ont été mis au jour par une méthode de description partant d'un cadre de référence intrinsèque et codant chaque geste, à un niveau cinématique, selon les degrés de liberté en mouvement. La productivité de cette approche modifie notre conception de la gestuelle. On peut désormais envisager le support de la gestuelle comme un ensemble articulé de segments répondant à des caractéristiques physiologiques, d'une part, à un ensemble de variables inertielles associés qui confèrent un ordre intrinsèque à la mise en mouvement des segments, d'autre part.

Cette différenciation entre les segments et entre les degrés de liberté révèle des flux de propagation du mouvement distincts et une réalité double pour chaque segment : celle d'un segment **support** du geste qui propage le mouvement et éventuellement la part de signification qui lui est associée ; et celle d'un segment **substrat** du sens sur lequel se génère une forme porteuse de sens qui diffuse sur tout ou partie du membre supérieur [5].

BIBLIOGRAPHIE

1. *Allwood J., Cerrato L., Dybkaer L., Jokinen K., Navarretta C., Paggio P.* The MUMIN multimodal codingscheme // Proc. Of the Workshop on Multimodal Corpora and Annotation. – 2004. – 28 p.
2. *Boutet D.* Approche morpho-dynamique du sens dans la gestuelle conversationnelle. Université de Paris VIII. – 2001. – 521 p.
3. *Boutet D.* Gesturing as Substratum and Support: a Case of Continuity In Interacting Bodies. – Lyon, 2007. – URL: http://hal.archives-ouvertes.fr/index.php?halsid=rrlb1bfqut9aih17fvqvjorig0&view_this_doc=halshs-00186622&version=1
4. *Boutet D.* Une morphologie de la gestualité : structuration articulaire // Cahiers de linguistique analogique. – #5, Abell, décembre 2008. – P. 80–115.

5. *Boutet D.* Structuration physiologique de la gestuelle : modèle et tests. Édité par Jean-Marc Colletta, Agnès Millet, et Catherine Pellenq. *Lidil, Multimodalité de la communication chez l'enfant.* – # 42, 2010. – P. 77–96.
6. *Bressemer J., S.H. Ladewig.* A linguistic perspective on the notation of form features in gesture // *Body – Language – Communication / Körper – Sprache – Kommunikation.* – Vol. 1. *Handbücher zur Sprach- und Kommunikationswissenschaft. Handbooks of Linguistics and Communication Science.* – Vol. 1 / C. Müller, A. Cienki, E. Fricke, S. H. Ladewig, D. McNeill and S. Teßendorf (ed). – Berlin–N. Y.: Mouton de Gruyter, 2013. – P. 1060–1079.
7. *Bressemer J., Müller C.* The family of AWAY-gestures // *Body-Language-Communication: An International Handbook on Multimodality in Human Interaction.* – Vol. 2 / C. Müller, A. Cienki, E. Fricke, S. H. Ladewig, D. McNeill, J. Bressemer (ed). – Berlin : Mouton de Gruyter, 2014. – P. 1592–1604.
8. *Calbris G.* *The Semiotics of French Gestures.* *Advances in semiotics.* – Bloomington : Indiana University Press, 1990. – 260 p.
9. *Calbris G.* *Elements of Meaning Gestures.* – Amsterdam : John Benjamins Publishing Company ; Philadelphia: Adam Kendon, 2011. – 378 p.
10. *Calbris G., Montredon J.* *Des gestes et des mots pour le dire. Clé international.* – Paris : Galisson, Robert, 1986. – 159 p.
11. *Codman E. A.* The shoulder: rupture of the supraspinatus tendon and other lesions in or about the subacromial bursa. – RE : Kreiger, 1984, [1934]. – 495 p.
12. *Harrison S.* *Grammar, Gesture, and Cognition: The case of Negation in English.* – Pessac : Université Michel de Montaigne, 2009. – 345 p.
13. *Harrison S.* Evidence for node and scope of negation in coverbal gesture // *Gesture* 10. – # 1, 2010 – P. 29–59.
14. *Kendon A.* *Gesture: Visible Action as Utterance.* – Cambridge : Cambridge University Press, 2004. – 400 p.
15. *Kita S., van Gijn I., van der Hulst H.* Movement Phases en Signs and Co-speech Gestures, and Their Transcription by Human Coders, 1371. *Lecture Notes in Computer Science.* – Berlin : Heidelberg, 1998 – P. 23–35.
16. *MacConaill M. A.* *Studies in the Mechanics of Synovial Joints; Fundamental Principles and Diadochal Movements* // *Irish Journal of Medical Science.* – 1946. – P. 190–199.
17. *McNeill D.* *Hand and mind: what gestures reveal about thought.* – Chicago–London : University of Chicago Press, 1992. – 423 p.
18. *Politti J.C., Goroso G., Valentinuzzi M. E., Bravo O.* Codman's paradox of the arm rotations is not a paradox: mathematical validation // *Medical Engineering & Physics* 20. – # 4, 1998. – P. 257–260.

19. *Stepan V, Otahal S.* Is Codman's paradox really a paradox? // *Journal of Biomechanics* 39. – 2006. – # 16. – P. 3080–3082.
20. *Streeck J.* *Gesture craft: The Manufacture of Meaning.* – Amsterdam : John Benjamins, 2009. – 235 p.

Morgenstern A., Beaupoil-Hourdel P., Blondel M., Boutet D., A Multimodal Approach to the Development of Negation in Signed and Spoken Languages: Four Case Studies, in Ortega, L.; Tyler, A. E.; Park, H. I.; Uno, M. (Eds) The usage-based study of language learning and multilingualism, Georgetown University Press, 2016, 15-35

2

◆ A Multimodal Approach to the Development of Negation in Signed and Spoken Languages: Four Case Studies

ALIYAH MORGENSTERN AND PAULINE BEAUPOIL

Sorbonne Nouvelle University

MARION BLONDEL

CNRS, UMR SFL

DOMINIQUE BOUTET

Université Dèvry

WE ADDRESS THE EXPRESSION of negation in four longitudinal studies including (1) Madeleine, a hearing child in multimodal French interactions, (2) Ellie, a hearing child in multimodal English interactions, (3) Charlotte, a deaf child of deaf parents in monomodal French sign language (*langue des signes française*, LSF) interactions, and (4) Illana, a hearing child with one deaf, one hearing parent in bimodal bilingual (French-LSF) interactions. All the negative multimodal utterances (including French, English, or LSF, symbolic gestures, and actions) were coded and analyzed between twelve and thirty-six months for the four children. We draw the four pathways to illustrate how each child combines symbolic categories and visual/aural modalities in successive steps with respect to her own linguistic environment: Madeleine and Ellie use gestures less as they enter verbal negation but keep using the gestural cues when necessary or for emphasis. Charlotte uses more and more manual and nonmanual combinations including coverbal gestures and LSF items. Illana uses fewer French or LSF negations than her monolingual peers but she exploits a wide range of bimodal combinations. She seems always aware of the visual information she has to maintain in her output. We present quantitative and qualitative analyses of the children's multimodal path into negation, focusing on PalmUp-Shrug and IndexWave gestures, and also underline systematic properties at the junction

between coverbal gestures and signs. To do so, we show (a) their contrastive physiological patterns, and (b) their semantic and pragmatic value for the expression of negation.

Introduction

The expression of negation begins very early in infancy. The study of negation in a pragmatic context is especially propitious in the context of language acquisition. Children learn how to use negation with a variety of semiotic means as a tool to express their needs, their desires, and ultimately, their will, which is part of establishing their own identity (Morgenstern 2006, 10). Previous research on first language acquisition has highlighted a tight relation between actions, gestures, and speech to express negation. As discussed by Spitz (1957) and Clark (1978), children's first negative constructions seem to take over from early gestures of rejection and avoidance. The study of the expression of negation in longitudinal data of adult-child conversations is therefore a privileged locus for a multimodal approach to language acquisition, particularly in the framework of a comparison between signing and speaking children.

In this exploratory study, the paths of four children's early language development will be described with a focus on their expression of negation in different modalities and on the use of two conventional gestures: the IndexWave and the PalmUp-Shrug gestures. We use the label PalmUp-Shrug in order to include the main formal components of the gesture that involves the hands, the shoulders, and the head (sometimes even the mouth as defined in Streeck 2009). Through our qualitative and quantitative analyses of the children's negative productions, the following questions will be investigated: To what extent do they resort to gestural means? Is the use of those gestures linked to the language(s) used by the children, signed or spoken? Does exposure to two languages in two modalities play a role in the use of gestures?

We first make a brief overview of the issues at stake. We then present quantitative and qualitative analyses of the children's multimodal paths into negation and finally discuss their uses of IndexWave and PalmUp-Shrug gestures.

A Multimodal Approach to Language Acquisition

Our work on child language development in hearing and deaf children led us to adopt a multimodal approach to the expression of negation in order to take all the dimensions of children's communicative systems into account. Like Kendon (2004) and McNeill (2014), we do not restrict the definition of language to the use of words or signs. They are one dimension of a complex system involving other paradigms such as gestures, actions, facial expressions, gaze, and intonation. We consider language as being composed of a vast set of semiotic means on which speakers rely to construct meaning. Since negation is conventionally expressed by gestures (such as the HeadShake, the IndexWave, the PalmUp-Shrug gestures), or words and signs, children progressively acquire various negative symbolic forms in both the visual

and aural channels. We thus chose negation as a relevant topic to illustrate how our definition of “language” can be broadened to an integrative system composed of a variety of semiotic means.

Gesture, Speech, and Negation in Language Acquisition

Previous studies on children’s negative spoken productions have shown that *no* (and its equivalent in other languages) is the most consistently used word throughout the single word utterance period (Pea 1980, 170). Children begin using spoken productions for negation around eighteen months (Tomasello 2003, 228–29). However, gestures and actions precede grammatical words (Clark 1978; Spitz 1957).

Guidetti (2005) showed that gestures of negation are among the first symbolic gestures children use, and that when children fully enter the spoken modality, they mostly use words. Several studies have analyzed the role of gestures prior to speech as well as during the one- and two-word utterance period and have concluded that gestures trigger language development (Iverson and Goldin-Meadow 2005). Previous studies on the gesture-word relation have highlighted that symbolic gestures tend to develop in tandem with early words (Acredolo and Goodwyn 1988), which indicates that they are a manifestation of the same cognitive development and represent an alternative means of expression. On the same line, it has been observed that cross-modal combinations (1 word + 1 gesture) facilitate the transition to the two-word stage (Capirci et al. 1996).

All studies also highlight a striking individual variation in the extent to which children resort to symbolic gestures and gesture–word combinations (Acredolo and Goodwyn 1988; Capirci et al. 1996; Guidetti 2005). Some children who enter the verbal modality precociously seem to use very few symbolic gestures outside pointing at first (Morgenstern 2009). Such a variation is ascribed to the influence of different factors. On the one hand, symbolic gestures might be easier to process in comprehension and easier to produce than equivalent verbal expressions, which might explain their early emergence in a lot of children; on the other hand, they might be more or less exploited by the child according to social factors like parents’ input or response.

The negative HeadShake and the gesture of raising palms up in the air for ‘all gone’ (disappearance) or combining it with a shoulder shrug to express ‘I don’t know’ are conventional gestures, because their meaning is specific to certain cultures and they are learned as such by children in the same types of situations as words or signs.

Our study will enable us to make an overview of four speaking and signing children’s negative productions in their longitudinal data with a focus on two specific gestures in order to question whether their productions are linked to the children’s linguistic environment: the PalmUp-Shrug and the IndexWave. The gestural construction, which we have called the PalmUp-Shrug, is a composite posture described as a “compound enactment” (Streeck 2009, 189). It can combine palm-up flips, lifted shoulders, and a lateral HeadTilt (Kendon 2004; Streeck 2009). French speakers in

particular, might add mouth shrugs also called lip-pout. These various elements can either separately or combined express absence, uncertainty, incapacity, or helplessness (Debras 2014).

The IndexWave is a gesture that has been conventionalized and is used by English and French speakers as well as signers of LSF as an expression of negation: it is an oscillating movement of the index finger held in line with the palm, with the other fingers most often folded back.

Data and Method

This study is part of a larger project on multimodal and multilevel language development in twelve monolingual and bilingual children, speaking French, English, Italian, Brazilian Portuguese, and LSF. Our team is composed of specialists of syntax, phonology, semantics, pragmatics, discourse, gesture, and sign who work together on the same data set.¹ Our aim is to describe and analyze each child's individual pathway and find regularities and individual differences in their use of the visual and aural channels as well as the various linguistic levels.

In this chapter, we focus on multimodal analyses of negations in the productions of four children between the ages of 1;0 and 3;0 interacting with their parents in various linguistic environments.² We analyze negative productions in the longitudinal data of Madeleine, a monolingual French child; Ellie, a monolingual British child (Beaupoil-Hourdel, Morgenstern, and Boutet, *in press*); Charlotte, a deaf signing child with input in LSF (Limousin 2011); and Illana, a hearing bilingual bimodal child in contact with French and LSF (Tuller, Blondel, and Niederberger 2007). The four children were filmed once a month for one hour at home. Charlotte, the deaf signing child, is raised by her two deaf signing parents and was filmed by Fanny Limousin (then a PhD student) who is a native deaf signer. Illana was filmed in a bilingual, bimodal environment by a bilingual observer. Her hearing mother is bilingual (LSF-French) and her deaf father sometimes produces code-blends. LSF was more prevalent when the deaf father was present and he was a very engaged participant (he was absent during two sessions in the data analyzed for this chapter). We used the videos and the transcriptions when they were available (the data in signed language was not entirely glossed but was tagged for negations). All the parents gave permission for us to use the data in papers and show video clips of the data as well as the children's faces in pictures. The ethics review board of our university approved the protocol. All the data are spontaneous; we added no experimental design. A specific coding system was developed, combining the use of CLAN and ELAN with the video data and the transcriptions in order to make micro and macro analyses of the functions of the different forms of negation according to context in dialogue.

For this study, we restricted the data to one session every six months from the ages of one to three for the four children. This enabled us to code twenty hours of data as shown in table 2-1. We followed a two-step coding process:

1. We used our films and transcriptions in CLAN (spoken data) and ELAN (signed and bimodal bilingual data) to find all forms of negation.

◆ Table 2–1. Recordings and negative productions of the four children

	Negative productions	Hours of video
Ellie	256	5
Madeleine	202	5
Charlotte	117	5
Illana	216	5
Total	791	20

2. We coded them in Excel grids in order to make micro and macro analyses of the type of modality and the functions of the different forms of negation according to context in dialogue.

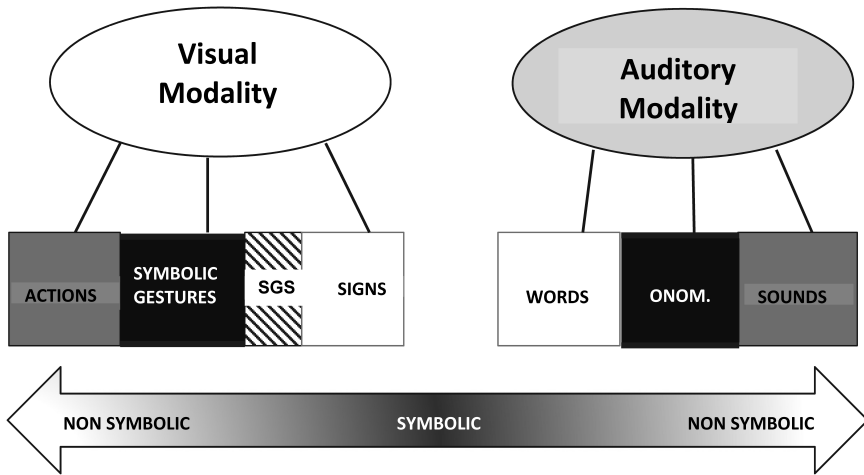
This chapter presents a multilevel study of the emergence and development of negation. We adopted a multimodal methodological approach by analyzing all negative communicative acts the child expressed. This involved coding all spoken negative productions in the child’s data as well as all Acts of Bodily Communication (Zlatev and Andr en 2009) that could be conveyed with actions or gestures. Our research investigates the interface between the visual modalities—actions and gestures— and the auditory modalities—vocal productions and speech—and takes into account the combinations of these modalities in the construction of negative meaning.

The negative functions (refusal/rejection, nonexistence/absence, denial, negative assertion, epistemic negation, and prohibition) were coded according to three types of forms:

1. Actions, such as pushing away an object.
2. Symbolic conventional gestures: HeadShake for refusal, Shrug for epistemic negation (Streeck 2009, 190), PalmUp for nonexistence (Kendon 2004, 277). We also include what we called SGS (Symbolic Gesture/Sign): gestures shared by gesturing speakers and signers, such as IndexWaves. We only coded gestures used for communicative purposes in interaction.
3. Speech or sign including negative markers in each language. For example, in French *non, pas,  a plus, rien*; in English *no, don’t, not anymore, nothing*; in LSF, signs meaning *none* or *I don’t want*; as well as lexical negation such as French *arr te* or English *stop it*.

We thus make a distinction between actions and gestures, but the difference between the two modalities is not always easy to draw when it comes to young children (Willems and Hagoort 2007). We coded the behavior as an action when the movement produced by the child is a reaction to the environment rather than being conventionalized and when the movement does not seem to carry a communicative intention (Liebal and Call 2012, 119). However, it is interpreted by the parents as a negation and integrated in the ongoing dialogue.

The children have a complex system at their disposal that includes symbolic and nonsymbolic means of expressing negation. Figure 2–1 presents the resources at



- ◆ Figure 2-1. Pluri-semiotic resources used by the children, according to the channels at their disposal (visual/auditory). SGS refers to gestures shared by gesturing speakers and signers, and ONOM refers to onomatopoeia.

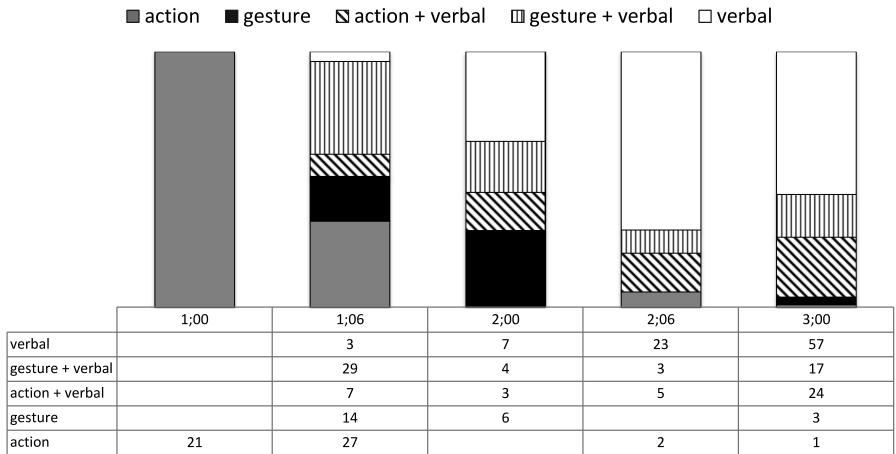
their disposal. The only child who can use all the resources is Illana, who is brought up bilingual French-LSF and is a hearing child.

In this study, we focus our analyses on the use of the visual-gestural and auditory-vocal modalities and will now present the results of our coding of actions, gestures, speech, and sign (and combinations of modalities) for each child.

Analyses of the Four Children's Multimodal Expression of Negation

Ellie's longitudinal data (monolingual English)

As shown in figure 2-2, at the beginning of the data, action seems to be sufficient for the child to express negation. Beaupoil-Hourdel, Morgenstern, and Boutet (in press) have shown that Ellie begins to use gestures and enters a symbolic mode of expression at 1;02. But as early as 1;06, she is already using an important proportion of symbolic means of expression, and predominantly with gestures (over 30 percent gesture in isolation and 35 percent combinations of speech and gesture). After 1;06, speech is the predominant modality, either in isolation (over 35 percent) or combined with gestures (20 percent) or actions (15 percent). At 2;06, there is a decrease in the use of gestures (less than 10 percent and always in combination with speech). However, she reintroduces gestures at 3;0 in combination with speech (almost 20 percent of all negative productions) and in isolation. Overall, the child uses actions in 35 percent of her negative productions and gesture in almost 30 percent. Even though 71 percent of the child's productions involve speech, only 35 percent of them are only verbal. Of the negative productions coded for this study, 36 percent are combinations of speech and either an action or a gesture.

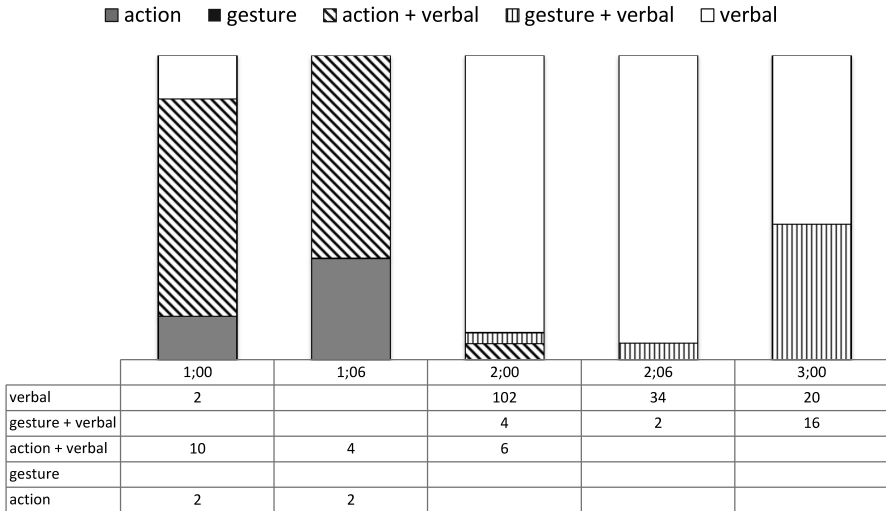


◆ Figure 2–2. Rate of actions, gestures, and speech, and number of occurrences per category in Ellie’s data

As speech becomes predominant, Ellie’s spoken negative utterances are more and more complex. We observe that her spoken productions for negation are constantly becoming more elaborate. At 3;0, the child’s negative utterances have a mean length of utterance (MLU) just below three, which is high when you think of the number of occurrences of “no” in isolation that children and adults produce. At 1;0, she only uses the grammatical marker “no.” At 2;0, she can produce constructions such as “all gone” or “couldn’t do it.” At 3;0, she is producing more elaborate utterances like “he can’t push the baby,” “now Pepper, you mustn’t move my toys” (speaking to her cat), or “I don’t like cheese, Mummy” and uses all functions of negation (refusal, epistemic negation, negative assertions). Thus, in only three years, she has developed a good mastery of her mother tongue. Even though speech becomes predominant around 2;0, an analysis of negations restricted to speech would leave aside a great proportion of Ellie’s productions and the role of the visual-gestural modality in her pathway. The come-back of the visual modality in the role of coverbal actions and gestures at 3;0 also indicates that once Ellie has acquired the verbal means to express negations, she can still resort to actions and gestures to complement her speech.

Madeleine’s longitudinal data (monolingual French)

As can be gleaned from figure 2–3, Madeleine’s pathway is quite different from Ellie’s, as she does not use gestures during an intermediary period to enter the symbolic expression of negation. She is already producing speech at the beginning of the data, but mostly in combination with actions interpreted as negative by her addressee and the coder (pushing away toys, turning away from her mother, avoiding spoonfuls of food). At 2;0, her speech in isolation is highly predominant (over 90 percent of her productions). However, coverbal gestures start emerging and are part of 45 percent of her productions at 3;0. Madeleine uses gestures once she has a



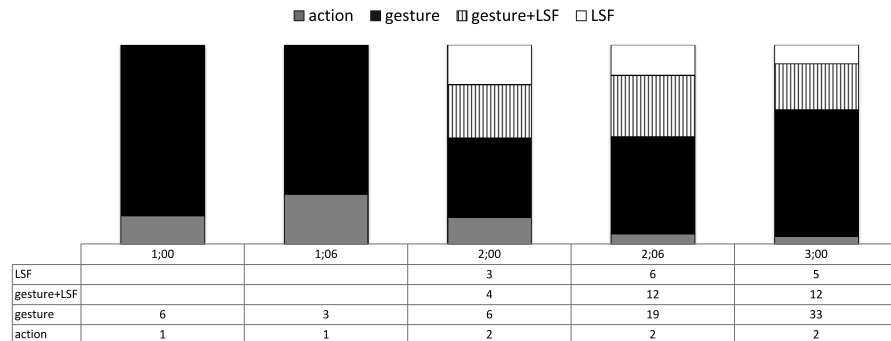
◆ Figure 2–3. Rate of actions, gestures, and speech, and numbers of occurrences per category in Madeleine’s data

finer mastery of speech. As she has been extensively studied in the CoLaJE project, we know that Madeleine’s mastery of speech is quite precocious (Morgenstern and Parisse 2012) and that as of 2;03, she has mastered the French phonological system, uses quite a variety of grammatical tenses (Parisse and Morgenstern 2012), produces 3 argument clauses, prepositions, and connectives (Sekali 2012), refers to herself in the first person (Caët 2013), starts using complex sentences (Sekali 2012), and can self-repair her utterances (Morgenstern, Leroy, and Caët 2013).

At 1;0, Madeleine uses the grammatical marker “non” in isolation. The phonological realization of her use of “non” is not yet complete as she pronounces them [næ]. At 2;0, she expresses various functions of negation using a variety of syntactic forms as in “télé éteinte fait rien” (‘TV shut do nothing’), “non pas les brocolis” (‘no, not broccoli’), or “pas fini mon lait” (‘not finished my milk’). Contrary to Ellie at the same age, Madeleine does not use chunks or frozen verbal expressions to convey her negations. At 3;0, Madeleine’s negations have a complex syntactic structure, such as “moi je l’avais ramassé mais maintenant je sais plus où il est” (‘I picked it up but now I don’t know where it is anymore’).

Charlotte’s longitudinal data (monolingual LSF)

Zeshan (2006) underlines that “the relation between signing and gesturing, with both manual and non-manual aspects is important . . . in negation” (29–30). Indeed, the numerous lexical and morphosyntactic forms involved in the sign languages studied so far are tightly linked to the speakers’ gesture systems in the speaking community the signers live in. The coding for Charlotte’s data (see figure 2–4 for main results) is thus slightly different since a number of the signs used in LSF to express negations are shared with the gestural repertoire of both signers and speakers in the



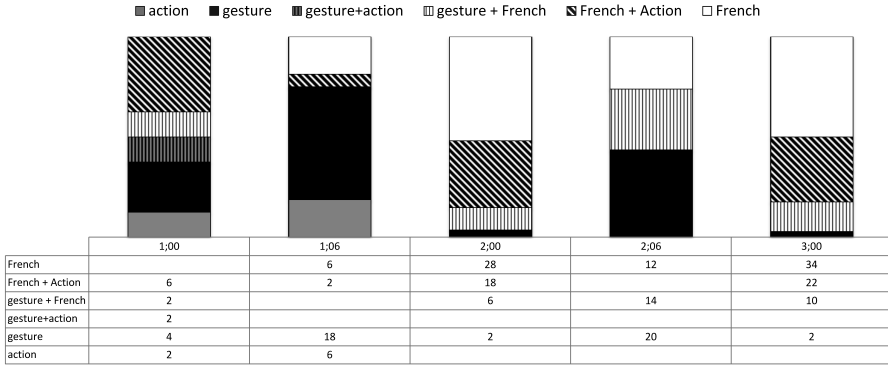
◆ Figure 2–4. Rate of actions, gestures, and speech, and number of occurrences per category in Charlotte's data

French community. This includes mostly IndexWaves and HeadShakes for negations. Charlotte benefits from input through a single modality, the visual modality, including actions, gestures, and signs, as well as visual input derived from the vocal modality: mouthing and lip reading. Typical LSF (in white in the graph) refers to the core LSF lexicon that hearing people would not use as gestures (the manual lexical signs NON, IL-N-Y-A-PAS we would translate as 'no' 'none', and the predicative signs incorporating negation such as NE-PAS-VOULOIR ('don't want') or NE-PAS-AIMER ('don't like') as opposed to gestures such as the IndexWave or the HeadShake). We can observe a larger number of shared gesture/sign productions (in black) throughout the data than of specific signs. The LSF core lexicon is only used as of 2;0 and predominantly combined with other gestures in the same production (between 20 and 30 percent of overall productions as of 2;0 combine a shared gesture and a typical LSF sign).

As shown in Limousin (2011), Charlotte's LSF productions during that period are more and more complex. At the beginning of the data, Charlotte mostly expresses rejection like the other children studied in our study through what we categorized as actions. She expresses refusal with HeadShakes and IndexWaves. They are gestures that have been incorporated in the sign language system as grammatical signs. All her actions or gestures/signs are produced in isolation. As she gets older, Charlotte produces those same forms but in combination with facial expressions in two or three sign utterances. At 1;06, she starts using negative predicates as well: for example, PT1³ NE-PAS-VOULOIR ('I don't want') and PT1 NE-PAS-SAVOIR ('I don't know'). Between two and three years of age, her signed productions become more sophisticated and include up to four signs together, as in Neg-index PT1 VOULOIR ('want') PT_[>food] when she is 3;0.

Illana's longitudinal data (bilingual bimodal LSF-French)

Illana is a hearing child growing up in a bilingual, bimodal environment. She has all semiotic means to express negation at her disposal, but gesture plays a predominant role in her productions, especially when her deaf father is present during the recordings. Illana's negation patterns are summarized in figure 2–5.



◆ Figure 2–5. Rate of actions, gestures, and speech, and number of occurrences per category in Illana's data

Interestingly enough, Illana does not produce any LSF lexical signs of negation in the selected sessions. Her input is predominantly in French during the sessions, and at 2:0 and 3:0, her deaf father is not present during the recordings, thus isolated French takes up 50 percent of her productions. However, she uses shared gestures much more than the other children and they are part of 37 percent of her productions over the whole data (combined or in isolation). When her father is present, isolated French occurs in 20 to 25 percent of her occurrences only and her use of the visual modality amounts to 73 percent of her productions. The visual forms do not decrease to the advantage of the vocal forms since Illana continues to use HeadShakes, IndexWave negations, and different symbolic gestures or facial expressions.

In example 2–1 at 2:06, Illana is answering her father while addressing both her father and mother. They are playing cards with pictures of animals, and the child mixes vocal and labial French with negative symbolic gestures:

◆ Example 2–1

- FAT: CROCODILE ('crocodile')
- CHI: *Neg-index* / nan trompé c'est pas ... c'est un crocodile ('No, you are wrong this is not... it's a crocodile')
- FAT: SE-TROMPER ILLANA ('You're wrong Illana')
- CHI: *palm-down gesture* / nan crocodile ! ('Let's give up, no, a crocodile')
- FAT: BALEINE ('Whale')
- CHI: nan/*Headshake* baleine ('No, this is not whale')
- her father takes one card*
- CHI: call gesture / nan c'est à pa(pa), c'est à maman ('Hey, it is not your turn, it is Mummy's')

The majority of her productions are accessible to both her parents, hearing and deaf. As she gets older, she seems to resort more and more to the combination of vocal productions with symbolic gestures. She uses all the bimodal semiotic

resources at her disposal to express her negations. She is therefore predominantly a bimodal child who makes use of the visual modality to adjust to her bilingual bimodal environment.

Summary of longitudinal findings

The analysis of each child's individual pathway into negation clearly demonstrates their differences but there are some common features. All the children who have access to both the gestural-visual and auditory-vocal modalities use them both and they all start expressing their rejections and refusals with actions that are clearly interpreted by their interlocutors and integrated in the ongoing dialogue.

The hearing children with no sign language input enter negation at first through actions but then there follows a period when they either use symbolic gestures (Ellie) or speech (Madeleine). They get more or less rapidly involved in speech and seem to abandon gestures for a while, during what McNeill (2014, 159–61) calls the “Dark Age.” But gestures make a comeback with the use of coverbal gestures of negation when speech seems to be already quite elaborate.

Charlotte, the deaf child, also first expresses negation with bodily actions, then uses symbolic gestures that are incorporated as signs in the LSF linguistic system and which are present from the beginning in their input.

Illana, the bilingual bimodal child has created an efficient transitional system during her developmental path by combining modalities. The necessity to enter two languages at once and to speak both to deaf and hearing addressees might have an influence on the management of the visual-gestural modality, which is a stable resource to rely on in all the types of linguistic environments she experiences. The visual modality is of course crucial for Illana when she wants to address her deaf father.

In order to make finer distinctions between the children's use of conventional gestures, we will now focus on the PalmUp-Shrug and the negative IndexWave.

Focus on Two Specific Gestures: the PalmUp-Shrug and the Negative IndexWave

We conducted a closer analysis of the use of the four children's IndexWave and PalmUp-Shrug gestures in the data. Table 2–2 shows the results of our coding.

The number of occurrences produced in our data is not very high but we could observe differences that might indicate general trends to be tested on more signing/non-signing deaf and hearing children.

1. The *signing* children, Illana and Charlotte, are the only ones to use IndexWaves (nineteen and ten occurrences, respectively) in the data.⁴
2. The *hearing* children use PalmUp-Shrugs when the deaf child does not in the sessions we coded for this study.
3. The *bilingual bimodal hearing* child uses more IndexWaves and PalmUp-Shrugs than all the other children together. She seems to be resorting to the visual modality more than all the other hearing children together in the data as we've

◆ Table 2–2. Number of occurrences of PalmUp-Shrugs and IndexWaves in the four girls' data

	Ages					Total	All gestures
	1;0	1;6	2;0	2;6	3;0		
Madeleine							
PUShrug	0	0	0	7	5	13	
Index	0	0	0	0	0	0	13
Ellie							
PUShrug	0	9	6	1	3	19	
Index	0	0	0	0	0	0	19
Charlotte							
PUShrug	0	0	0	0	0	0	
Index	1	1	2	6	9	19	19
Illana							
PUShrug	0	8	10	14	2	34	
Index	4	0	4	0	2	10	44

seen in part 3.4, especially when her father is present, as she maintains visual information even when she is speaking.

In the next two sections, we will present qualitative analyses in order to explore the semantic and pragmatic functions in dialogue of the IndexWave and the PalmUp-Shrug gestures that might account for the quantitative differences observed between the uses of the signing versus non-signing as well as hearing versus deaf children.

Qualitative analyses of the use of the IndexWave

The IndexWave is used in many cultures as a gesture expressing negation, but with various functions ranging from refusal, negative assertions to deontic values such as prohibition or negative obligation (Calbris 1990; Jorio 2000). In LSF, the IndexWave is a gesture/sign used extremely frequently, often associated with the HeadShake and possessing the same range of negative values (Limousin 2011).

In our data, the IndexWave is not used by the two *non-signing girls* up to 3;0. We have only found it in the adults' data in interaction with their children when they are expressing a deontic modality meaning 'you are not allowed to...' or 'don't do that.' We do observe in the *Paris Corpus* (Morgenstern and Parisse 2012) that it is occasionally used by some children after 3;6 to forbid something to their dolls, their dogs, or to warn the adults not to do something. For example, when Ellie is 3;7 (after the period analyzed in this study), she is cutting star-shaped cookies in raw dough and putting them on a tray. She tells her grandmother that they should not be cooked by saying "Not cook yet [+ IndexWave]" the grandmother reformulates the gesture and

words together by saying “Not to cook yet, ok” understanding Ellie’s production as carrying a deontic value. The IndexWave thus seems to be produced by our hearing speakers to express a deontic modality, which is often used when speakers have an asymmetric status in the dialogue and can exert some pragmatic ‘power’ over their interlocutors. Children thus begin using it with animals or dolls but do eventually address it to adults when they are more expert speakers and make more subtle and complex multimodal productions with subjective positioning.

The two signing girls, however, make a much more frequent use of the IndexWave in a broader range of negative contexts. Our hypothesis is that they are in contact with many more occurrences of that gesture with a larger variety of functions since it is part of the sign language system and is produced with or without the HeadShake to express refusal as well as negative assertions in a variety of contexts. Charlotte is already using it in the first session of the data coded for this study, at 1;0, as shown in example 2–2.

◆ Example 2–2

At 1;0, Charlotte’s mother is changing her diaper. After she takes off the dirty diaper, Charlotte starts wiggling her legs and arms. Her mother explains she shouldn’t move and uses both an IndexWave and a HeadShake in her explanation. Charlotte smiles then takes up the IndexWave repeatedly. She then produces a HeadShake.



◆ Figure 2–6. Charlotte 1;0 IndexWave

As of 2;0, all Charlotte’s productions of IndexWaves are refusals and negative assertions (‘I’m not washing my hair’ for example at 2;0 when she is in the bath). Figures 2–7 and 2–8 in example 2–3 in Illana’s data illustrate the same use in a bilingual context.

◆ Example 2–3

At 1;0, Illana is having dinner in her high chair and her mother has just refused to give her the cheese the child was pointing at. The mother offers her yogurt or a fruit, the father a glass of water. The child answers both parents by saying “nan” (a proto “non”) associated with an IndexWave.



◆ Figure 2–7. Illana 1;0 IndexWave + vocal-verbal production

The father then turns to the mother, takes up his daughter's IndexWave and adds a pouting mouth.

The more frequent use of the IndexWave by Charlotte and Illana thus seems to be linked to the fact that it carries a wider range of functions: for the two little girls surrounded by sign language, the same form first used as an isolated gesture is incorporated into the child's sign language system and can thus be formally categorized as a sign.

Qualitative analyses of the use of the PalmUp-Shrug gesture

In adult language the PalmUp-Shrug can express absence, uncertainty, incapacity, or helplessness (Debras 2014). In our adult-child data up to 3;0, the children only express either absence, which could be glossed as 'gone' / 'no more' / 'not here,' or lack of knowledge, capability, or responsibility, corresponding to 'I don't know' / 'I can't do it' / 'what now?'.

There are very few occurrences of any version of the PalmUp-Shrug gesture in Charlotte's whole data and we have found zero occurrences in the five sessions coded for this study. The three hearing children all use that gesture, English-speaking Ellie as well as French-speaking Madeleine and Illana. In what follows, we discuss examples that illustrate Illana, Ellie, and Madeleine's uses.

Illana, the bilingual bimodal hearing child, uses thirty-four PalmUp-Shrugs in the data. Example 2-4 shows how she can use the gesture with her deaf father. We will also revisit her uses in the next section, and comment on her multimodal uses in more depth.

◆ Example 2-4

At 1;6, as her father has just forbidden her to drink the bath water by using a very distinct IndexWave, Illana looks at the bath, at her toys and then at her father and makes a series of PalmUp gestures that seem to mean 'what now, what can we do now?' as if she did not know what to play with next.



◆ Figure 2-8. Illana 1;0 Father-child alignment: IndexWave + verbal production or pouting



◆ Figure 2-9. Illana 1;6 IndexWave

Her father then takes up the gesture that seems very close to the LSF sign QUOI for 'what?' The pictures show him with both his hands and arms open.

Ellie uses quite a number of PalmUp gestures with no addition of shoulder shrugs at the beginning of the data when she does not yet produce many vocalizations. Both her mother and grandmother are enchanted by her early use of this conventional gesture and reinforce it by imitating her or by formulating their own interpretation. For example the grandmother says after Ellie has done the PalmUp gesture as she is looking for her basket “We don’t know where it is do we, Ellie?” and then turns to the mother to explain “She says ‘I don’t know’.” At 2;0, Ellie starts combining her PalmUp gestures with vocal productions. All Ellie’s PalmUp gestures up to 2;0 are interpreted in context as meaning ‘Where is it?’, ‘Gone,’ or ‘Done’ and are accomplished without a marked shoulder component. As of 2;6, Ellie starts diversifying her use of the components and functions of the PalmUp-Shrug. She adds shoulder shrugs and HeadTilts and some occurrences can be interpreted as meaning ‘I don’t know.’ But as of 3;0, Ellie can combine gesture and word in a complementary fashion.



◆ Figure 2-10. Illana 1;06 Father takes up the PalmUp gesture

◆ Example 2-5

ELLIE (3;0)

ELLIE: O [=! making a horse noise].

ACTION: *Plays with her horse toy.*

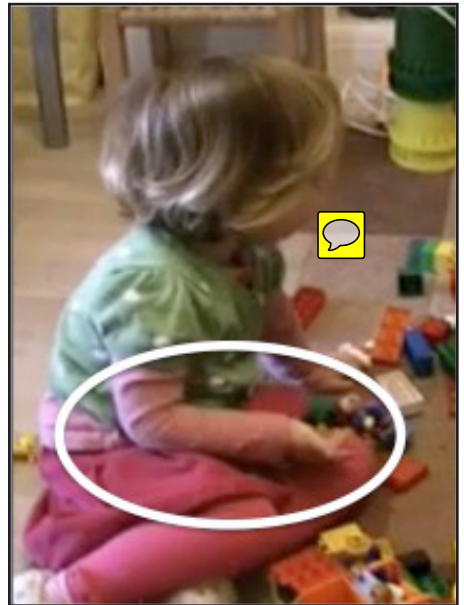
ELLIE: Where’s the yellow horsy?

GAZE: *looks up.*

GESTURE: *PalmUp gesture on the right hand.*

MOTHER: <Oh hey Maria> [=! neighs]!

ACTION: *Plays with a horse toy.*



◆ Figure 2-11. Ellie 3;0 PalmUp gesture

In the excerpt shown in example 2-5, Ellie is playing with her mother. She puts a horse toy into a small stable her mother built for her, then she looks up, flips her

right hand up and asks “Where’s the yellow horsy?” At 3;0, Ellie is able to combine her gestures with speech. The gesture she produces is less visible than the ones she used before 2;0. As Ellie grows older, her gestures are less and less distal as in this example, when she produces a hand flip with her hand held close to her body and not extended in the adult’s direction. At 3;0, Ellie’s gestures are less visibly displayed in the environment and more subtle. In this sequence, Ellie produces the gesture with speech and uses the word *where*. She is now able to put her thoughts into words without her mother or her grandmother’s help. However, the combination of gesture and speech is not redundant. Her spoken utterance is a question and therefore asks for missing information; the gesture shows that the referent is not within the child’s field of vision. In this combination, the speech is not syntactically or semantically negative, yet in context, the gesture is interpreted with negative meaning and expresses absence.

Madeleine does not use as many gestures as Ellie at the beginning of our data, and she only starts using the PalmUp-Shrug as a coverbal gesture. She does so as of 2;6 and at 3;0 has already become an expert at using all the semiotic resources at her disposal to express subtle nuances.

◆ Example 2–6

MADELEINE (3;0)

MOTHER: Là il nous offrait
un jaune et bleu
(‘We need to find
a yellow and blue
one’)

GESTURE: *points to a fish on the
board game*

MOTHER: Il est pas loin (‘it’s
very close’)

GAZE: *looks at the board game.*

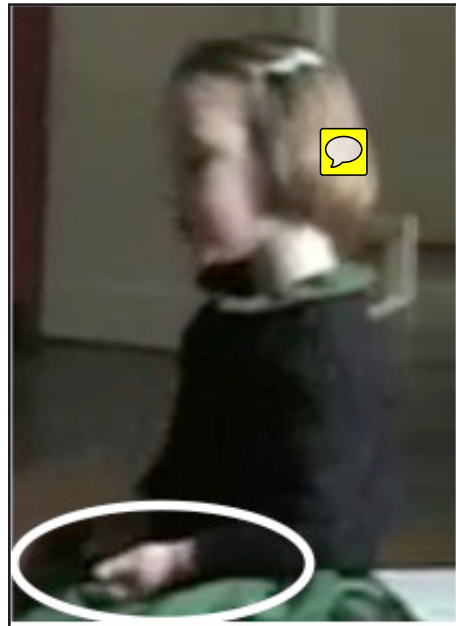
MAD: Je le vois c’est
celui-là [=! whis-
pers]. (‘I can see it,
it’s this one’)

GESTURE: *points to a fish on the
board game*

MOTHER: Non bah o [=!
smiles] (‘No’)

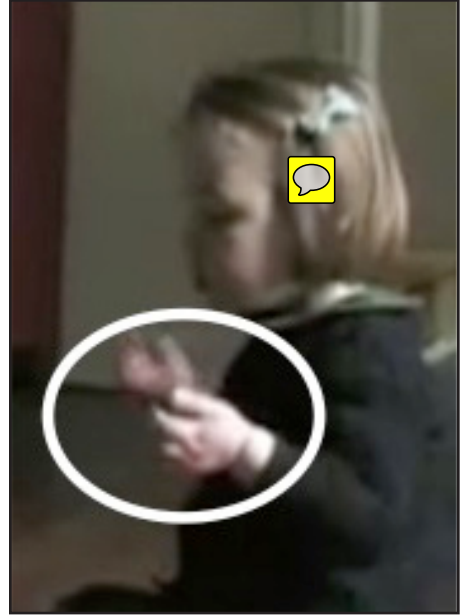
GESTURE: *Shrug*

GAZE: *looks at Madeleine*



◆ Figure 2–12. Madeleine 3;0 PalmUp-Shrug (one hand)

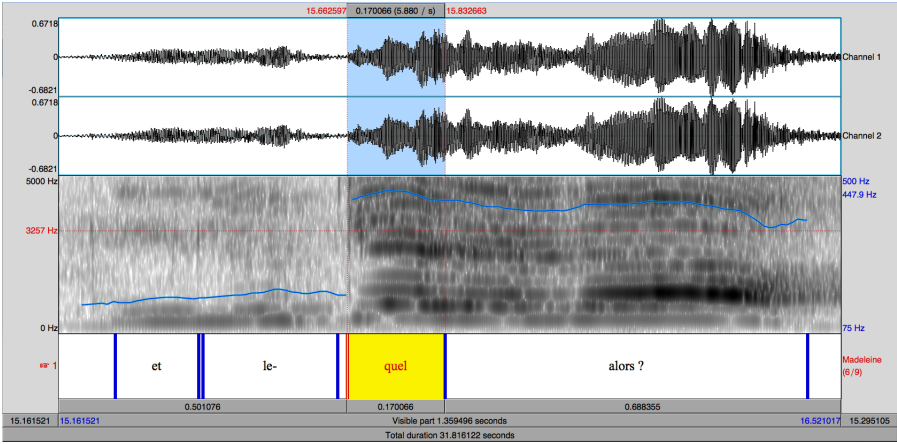
- MOTHER: Mais non! ('No it isn't')
- MAD: <Et lequel alors> [=! upset]? ('So which one is it then?')
- GESTURE: *PalmUp-Shrug*
GAZE: *on the board game.*
- MOTHER: Bah cherche! ('Well, look for it!')
- MAD: Moi je sais pas! ('I don't know!')
- GESTURE: *PalmUp-Shrug*
HeadTilt



◆ Figure 2-13. Madeleine 3;0 PalmUp-Shrug (two hand)

In example 2-6, Madeleine is playing a board game with her mother. She is looking for a yellow and blue fish but she can't find it. She gets upset and asks "Et lequel alors?" ("So which one is it then?"). She asks for the fish and at the same time she produces a PalmUp-Shrug gesture. The rising prosodic contour of her utterance and the gesture forms she uses together contribute to express her exasperation. As illustrated in the textgrid and spectrogram in figure 2-14, Madeleine starts her utterance with a pitch at 149 Hz on "et" and her maximum pitch reaches 459Hz on the second syllable of "lequel." When Madeleine pronounces "lequel," she starts shrugging and her palm-up gesture expands on "alors." The combination of high pitch and a proximal gesture (shoulder-lift) ending in a distal gesture (palm-up configuration), along with the child's gaze set on the game and not on the mother, led us to code this utterance and the gesture as an expression of both exasperation and powerlessness rather than an actual question directed at her mother.

The second instance of Madeleine's gesture is combined with the spoken utterance "Moi je sais pas!" (*I don't know*) and is composed of three distinct forms: a PalmUp on both hands, a Shrug, and a HeadTilt. This gesture, because it is coupled with the spoken utterance 'I don't know,' has an epistemic meaning but like the previous one it appends powerlessness and exasperation to the whole meaning of the spoken utterance. Interestingly, we note that the second instance of the gesture is more emphatic than the previous one and is composed of three components.



◆ Figure 2-14. Text grid and spectrogram for “Et lequel alors?” (‘So which one is it then?’)

The three speaking children thus make expert uses of the PalmUp-Shrug gesture they have replicated and learned in specific relevant contexts from their linguistic and cultural environment. Its forms and functions evolve according to the children’s age. On the other hand, in her mono-modal LSF interactions, Charlotte does not use the PalmUp-Shrug before her signing becomes more complex in order to express disengagement and lack of knowledge. This may be due to the facts that she is less exposed before 2;0 to the outside hearing community’s conventional gesture system, and that her signing parents use the sign to mean ‘Where?’ or ‘I don’t know,’ which she takes up in the middle of her second year.

The role of gestures in Illana’s multimodal productions

Illana uses fewer French or core LSF negations than her monolingual peers but she exploits a wide range of shared gesture and bimodal combinations. She is always aware of the visual information she has to maintain in her output when her father is part of the conversation. In examples 2-7 and 2-8 she uses both an IndexWave and a PalmUp-Shrug gesture in a very short period of time.

◆ Example 2-7

At 2;0, Illana is playing with her deaf father and her bilingual hearing mother with a memory game. The mother has just pretended to associate the cards with a picture on the board and Illana indicates her disagreement by saying “Non non non” (‘no, no, no’) associated with a salient IndexWave.



◆ Figure 2-15. Illana 2;0 IndexWave

◆ Example 2–8

A little later, Illana’s father takes advantage of the game to check that his daughter understands the signs for different animals represented on the cards. He points towards the picture of an animal with an inquisitive gaze towards her. Illana does not know the answer and uses a PalmUp-Shrug to express her ignorance.



◆ Figure 2–16. Illana 2;0 PalmUp-Shrug

Even though Illana’s signed repertoire is not as rich as her spoken one during the length of the data, she seems to have perfectly understood how to construct a multimodal system to communicate with both her hearing mother and deaf father simultaneously by combining speech with very clear shared conventional gestures and some signs. We make the hypothesis that she derives the PalmUp-Shrug mainly from the French cultural input but uses it more often than the other hearing children for her father’s benefit. She learns the IndexWave with its wider range of functions mainly from the signed input and uses it a little less than the deaf signing child. The total of her negative gestures is quite higher than the other children in a wider variety of functions and contexts.

Conclusion

Ellie, Madeleine, Charlotte, and Illana follow four very different pathways into negation, but for all four children, gestures play an important role in their itineraries. Ellie enters conventional negation through her use of gestures. Once she masters speech, gestures are used to reinforce or complement her spoken utterances. Madeleine enters the verbal modality from the very beginning of the data, but she starts combining coverbal gestures with her speech in a complex manner sooner and gives quite subtle indications as to her affects and positioning thanks to multimodal means. Charlotte also enters conventional negation through gestures. Most of those gestures are then incorporated in her signed grammar but she continues to produce ‘co-signed’ gestures. Bilingual bimodal Illana’s use of gestures is quite special. She enters conventional negations through gestures as well, but her use of gestures does not decrease during the recordings as she maintains them as a communication mode suitable both for hearing and deaf interlocutors.

The four little girls we have studied follow trajectories that are logically linked to the repertoire of resources available in the input. They all have a common gestural inventory available in the input but the deaf-signing child does not resort to PalmUp-Shrugs and the non-signing children do not use the IndexWave gesture for communicative purpose during the period of the study. We do find those gestures more often in the data we filmed when they are older.

This shared gestuality needs to be explored further and with older children as it is integrated very differently in the four types of input and in the linguistic systems that each child constructs in interaction. Gestures are part of the fabric of language. A more thorough investigation of their role in language development and language use could lead to a better understanding of such stuff as both spoken and signed language are made on.

Acknowledgement

This study was supported by the Education, Audiovisual, and Culture Executive Agency (EACEA), Project number 543264-LLP-1-2013-1-IT-KA2-KA2MP, Sign Language. We are grateful to Fanny Limousin, who defended the first PhD in France on sign language acquisition and collected the first longitudinal dataset of a deaf signing little girl, which she allowed us to use for this chapter. We thank our anonymous reviewer for his or her precious comments on our chapter and the editors of this volume for their constant care and help along the editing process.

Notes

1. Methodologies and Evaluation Tools, SignMET project: <http://www.istc.cnr.it/project/signmet>.
2. The data was collected in the framework of the CoLaJE project (Communication Langagière chez le Jeune Enfant) ANR-08-COM-O21 funded by the Agence Nationale de la Recherche: <http://colaje.scicog.fr/>.
3. PT represents pointing, PT1 is a self-point.
4. Madeleine produces two IndexWaves when she repeats a French nursery rhyme with the conventional gestures associated with it on the word *guère* (old French for 'not much'). Even though the use of that gesture in a song might have an impact on her later use of the same gesture, we have decided to only code communicative gestures in interaction.

References

- Acredolo, Linda, and Susan Goodwyn. 1988. "Symbolic Gesturing in Normal Infants." *Child Development* 59: 450–66.
- Beaupoil-Hourdel, Pauline, Aliyah Morgenstern, and Dominique Boutet. In press. "A Child's Multimodal Negations from 1 to 4: The Interplay between Modalities." In *Negation and Polarity: Cognitive and Experimental Perspectives*, edited by Pierre Larrivée and Chungmin Lee, 93–121. Switzerland: Springer International Publishing.
- Caët, Stéphanie. 2013. "Référence à soi et à l'interlocuteur chez des enfants francophones et anglophones et leurs parents." PhD diss., Université Sorbonne Nouvelle – Paris 3.
- Calbris, Geneviève. 1990. *The Semiotics of French Gestures: Advances in Semiotics*. Bloomington: Indiana University Press.
- Capirci, Olga, Jana M. Iverson, Elena Pizzuto, and Virginia Volterra. 1996. "Gestures and Words during the Transition to Two-word Speech." *Journal of Child Language* 23: 645–73.
- Clark, Eve V. 1978. "From Gesture to Word, on the Natural History of Deixis in Language Acquisition." In *Human Growth and Development*, edited by Jerome Seymour Bruner and Alison Garton, 85–120. Wolfson College Lectures 1976. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Debras, Camille. 2014. *Multimodal Stance-taking* in a videotaped corpus of discussions about environmental issues in British English. Unpublished Ph.D. dissertation, English Linguistics, Sorbonne Nouvelle, Paris.

- Guidetti, Michèle. 2005. "Yes or No? How Young French Children Combine Gestures and Words to Agree and Refuse." *Journal of Child Language* 32: 911–24.
- Iverson, Jana M., and Susan Goldin-Meadow. 2005. "Gesture Paves the Way for Language Development." *Psychological Science*, 16: 368–71.
- Jorio, Andrea de. 2000. *Gesture in Naples and Gesture in Classical Antiquity: A Translation of La Mimica Degli Antichi Investigata Nel Gestire Napoletano, Gestural Expression of the Ancients in the Light of Neapolitan Gesturing*. Translated by Adam Kendon. Bloomington: Indiana University Press.
- Kendon, Adam. 2004. *Gesture: Visible Action as Utterance*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Liebal, Katja, and Joseph Call. 2012. "The Origins of Non-human Primates' Manual Gestures." *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 1585: 118–28.
- Limousin, Fanny. 2011. "Acquisition de la référence personnelle en LSF: Analyse longitudinale des pointages, des formes nulles et des noms signés chez une enfant sourde de parents sourds." PhD diss., Université Paris 8.
- McNeill, David. 2014. "Gesture–Speech Unity: Phylogenesis, Ontogenesis, and Microgenesis." *Language, Interaction and Acquisition* 2: 137–84.
- Morgenstern, Aliyah. 2006. *Un JE en Construction*. Paris: Presses de la Sorbonne Nouvelle.
- . 2009. *L'enfant dans la langue*. Paris: Presses de la Sorbonne Nouvelle.
- Morgenstern, Aliyah, and Christophe Parisse. 2012. "The Paris Corpus." *French Language Studies* 22: 7–12.
- Morgenstern, Aliyah, Marie Leroy, and Stéphanie Caët. 2013. "Self- and Other-repairs in Child-Adult Interaction at the Intersection of Pragmatic Abilities and Language Acquisition." *Journal of Pragmatics* 56 151–167.
- Parisse, Christophe, and Aliyah Morgenstern. 2012. "The Unfolding of the Verbal Temporal System in French Children's Speech between 18 and 36 Months." *Journal of French Language Studies* 22: 95–114.
- Pea, Roy D. 1980. "The Development of Negation in Early Child Language." In *The Social Foundations of Language and Thought: Essays in Honor of Jerome Seymour Bruner*, ed. David R. Olson, 156–86. New York: W. W. Norton.
- Sekali, Martine. 2012. "The Emergence of Complex Sentences in a French Child's Language from 0;10 to 4;01: Causal Adverbial Clauses and the Concertina Effect." *Journal of French Language Studies* 22: 115–41.
- Spitz, René A. 1957. *No and Yes: On the Genesis of Human Communication*. New York: International Universities Press.
- Streeck, Jürgen. 2009. *Gesturecraft: The Manufacture of Meaning*. Amsterdam and Philadelphia: John Benjamins.
- Tomasello, Michael. 2003. *A Usage-based Theory of Language Acquisition*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Tuller, Laurie, Marion Blondel, and Nathalie Niederberger. 2007. "Growing Up in French and French Sign Language. In *Handbook of French, Applied Linguistics*, edited by Ayoun Dalila, 334–76. Amsterdam: John Benjamins.
- Willems, Roel M., and Peter Hagoort. 2007. "Neural Evidence for the Interplay between Language, Gesture, and Action: A Review." *Brain and Language* 101: 278–89.
- Zeshan, Ulrike. 2006. "Negative and Interrogative Constructions in Sign Languages: A Case Study in Sign Language Typology." In *Interrogative and Negative Constructions in Sign Languages*, edited by Ulrike Zeshan, 28–68. Sign Language Typology Series 1. Nijmegen, Nld.: Ishara Press.
- Zlatev, Jordan, and Matts André. 2009. "Stages and Transitions in Children's Semiotic Development." In *Studies in Language and Cognition*, edited by Jordan Zlatev, Matts André, C. Lundmark, and M. Johansson Flack, 380–401. Newcastle, UK: Cambridge Scholars.

Blondel M., Boutet D., Beaupoil-Hourdel P., Morgenstern A., La négation chez les enfants signeurs et non signeurs : des patrons gestuels communs (2017), LIA, 8:1, Aliyah Morgenstern & Michèle Guidetti (Eds), John Benjamins, 141-171, 2017

John Benjamins Publishing Company



This is a contribution from Language, Interaction and Acquisition 8:1
© 2017. John Benjamins Publishing Company

This electronic file may not be altered in any way.

The author(s) of this article is/are permitted to use this PDF file to generate printed copies to be used by way of offprints, for their personal use only.

Permission is granted by the publishers to post this file on a closed server which is accessible only to members (students and faculty) of the author's/s' institute. It is not permitted to post this PDF on the internet, or to share it on sites such as Mendeley, ResearchGate, Academia.edu.

Please see our rights policy on <https://benjamins.com/content/customers/rights>

For any other use of this material prior written permission should be obtained from the publishers or through the Copyright Clearance Center (for USA: www.copyright.com).

Please contact rights@benjamins.nl or consult our website: www.benjamins.com

La négation chez les enfants signeurs et non signeurs

Des patrons gestuels communs

Marion Blondel,¹ Dominique Boutet,²
Pauline Beaupoil-Hourdel³ et Aliyah Morgenstern³

¹CNRS-Paris8 / ²Université de Rouen / ³Université Paris Sorbonne Nouvelle

Cet article présente une étude de cas de l'expression de la négation jusqu'à 3 ans chez quatre enfants évoluant dans des environnements langagiers différents : majoritairement monolingue (anglais, français, LSF) ou bilingue (LSF-français), majoritairement unimodal (modalité visuo-gestuelle de la LSF) ou bimodal (visuo-gestuelle et audio-vocale). Nous décrivons l'émergence et le développement d'une expression gestuelle multimodale, selon que la langue cible intègre (LSF) ou non (anglais, français) cette gestuelle dans sa grammaire, et explorons ainsi l'interface geste-signe. Nous nous attardons sur deux formes gestuelles présentes dans les productions de quatre enfants pour en déterminer les invariants kinésologiques sous forme de « patrons gestuels contrastifs » et nous analysons la façon dont ces patrons dessinent des sous-ensembles sémantiques dans l'expression gestuelle de la négation et son acquisition.

Mots clefs: négation, geste, langue des signes, approche kinésologique, bimodalité

1. Introduction

Dans cet article, nous abordons l'expression de la négation dans son aspect développemental et multimodal selon un modèle intégré du langage qui inclut « les catégories préverbaux, et prend en compte les gestes et les autres aspects kinésiques de la communication » (Benazzo & Morgenstern, 2014). En effet, la négation peut s'exprimer par différents moyens : signes linguistiques, gestes, et combinaisons variées de ces catégories à travers les modalités audiovocale et visuo-gestuelle. Nous nous intéressons donc à l'ensemble des énoncés mono- et multimodaux incluant des actions significatives permettant à l'enfant entendant et sourd-signeur

d'exprimer une opposition ('ce n'est pas à moi de faire cela'), un rejet/refus ('je ne veux pas faire cela'), une ignorance ('je ne sais pas'), un déni ('ce n'est pas ce que tu veux dire'), une non-existence ('il n'y a pas de jouet dans le frigo') ou une absence ('il n'y a pas de yaourt dans le frigo').

La comparaison des formes de négation et de leur fonction chez des enfants – selon qu'ils sont exposés ou non à une langue des signes de manière précoce – permet d'étudier l'interface geste-signes en acquisition. La question de l'interface geste-signes est en lien avec la question de l'historique des langues des signes ainsi qu'avec celle de l'existence d'une gestualité partagée entre sourds et entendants: ainsi Zeshan (2006) dans son travail sur l'expression de la négation, observable dans toutes les langues des signes étudiées dans son inventaire typologique,¹ y compris dans les formes émergentes des sourds isolés ou *homesigns*, souligne que les liens entre les signes et les gestes y sont importants. En effet, les nombreuses formes lexicales et morphosyntaxiques impliquées dans les différentes langues des signes étudiées ont une correspondance étroite avec la gestualité des locuteurs des langues environnantes (Armstrong, Stokoe, & Wilcox, 1995). L'étude de la négation présente donc un grand intérêt pour une approche typologique inter-langues et inter-modalités puisqu'elle offre un espace d'observation privilégié des liens entre langues des signes d'une part, et d'autre part entre gestes symboliques (internes versus externes au lexique des langues des signes, ou *core lexicon*).

Un parallèle peut être tracé entre l'institutionnalisation des langues signées et la grammaticalisation des gestes chez l'enfant, c'est-à-dire entre le développement des gestes au sein d'un système linguistique dans l'histoire d'une langue des signes et ce développement chez l'enfant. Nous verrons que les formes ne se substituent pas les unes aux autres dans le temps, que ce soit dans le développement d'une langue ou dans le développement du langage chez un enfant : des gestes perdurent dans les langues stabilisées, qu'elles soient vocales (LV) ou signées (LS) ; les signes lexicaux indépendants perdurent également aux côtés des morphèmes grammaticaux dans les systèmes linguistiques des langues des signes.

Nous nous appuyerons sur une revue de la littérature concernant l'expression de la négation en lien avec la gestualité (Section 2) en consultant aussi bien les travaux portant sur l'acquisition (2.1) que ceux qui traitent de la comparaison inter-LS (2.2). Nous présenterons à cette occasion l'approche kinésiologique des gestes qui nous permet de faire émerger des patrons gestuels contrastifs (2.3). Dans l'étude que nous présentons (Section 3), nous comparons quatre profils de jeunes

1. Langue des signes américaine (ASL), langue des signes turque (TID), langue des signes indo-pakistanaise, langue des signes de Hong-Kong, langue des signes flamande (VGT), langue des signes grecque, langue des signes finlandaise, langue des signes de Nouvelle Zélande, langue des signes japonaise (JSL).

enfants – LSF, anglais, français, et LSF-français – pour faire apparaître des spécificités (Section 4.1) et des invariants (4.2) de l’acquisition de la négation dans sa multimodalité. Dans un second temps, parmi les formes variées observées, nous nous intéresserons en particulier à deux patrons gestuels : les gestes dits de ‘paumes vers le haut’ (par ailleurs étudiés en détails par Beupoil-Hourdel et Debras (2017, ce volume) et les mouvements de l’index qui sont communs aux répertoires langagiers des quatre enfants (4.3). Nous faisons l’hypothèse que ces deux patrons gestuels illustrent la spécificité des usages selon chaque input ainsi que la présence d’invariants formels gestuels qui suivrait selon nous une logique kinésologique (4.4).

2. Les gestes dans l’expression de la négation : état de l’art

Différents articulateurs participent à la gestualité, parmi lesquels le buste, les bras, les mains, la tête, les lèvres et les sourcils... Ces articulateurs manuels et non-manuels ont pu avoir un statut linguistique différent selon les catégorisations que l’on rencontre dans la littérature. Ainsi, prenons l’exemple du secouement de tête : tous les enfants français, britanniques ou américains, qu’ils soient sourds ou entendants secouent la tête pour signifier ‘non’ alors qu’ils sont encore très jeunes. La gestualité de négation intervient de bonne heure dans l’interaction avec le jeune enfant, que l’input soit en langue des signes ou en langue vocale accompagnée d’une gestuelle co-verbale. Mais chez les signeurs, « les secouements de tête ne sont pas seulement communicatifs, ils sont requis comme composant grammatical de la négation » comme le rappellent Anderson et Reilly (1998: 411, notre traduction). Il nous paraît donc essentiel de présenter dans un premier temps les travaux qui traitent de ces aspects : les gestes de négation chez les enfants, selon qu’ils sont ou non exposés à une langue des signes (2.1) ; l’expression de la négation chez les adultes signeurs (2.2); et plus largement l’expression de la négation dans la gestualité humaine (2.3).

2.1 Acquisition : l’expression gestuelle de la négation chez les enfants

Nous parcourons les travaux existants en allant du contexte de gestualité le moins systématisé (2.1.1) au contexte le plus grammaticalisé (2.1.3), en considérant les langues des signes des signeurs isolés ou *homesign* comme un contexte intermédiaire (2.1.2). Rappelons que, même si nous nous intéresserons plus particulièrement à des gestes manuels dans un second temps, la négation s’exprime tant avec les mains qu’avec la tête et l’ensemble du buste.

2.1.1 *Les enfants non signeurs*

Même si les auteurs soulignent l'existence d'une variation inter-individuelle, ils observent que les mouvements de tête exprimant la négation font partie (avec les gestes de pointage) des premiers gestes symboliques et sont les gestes les plus fréquents chez les tout-petits (Andrén, 2010 ; Guidetti, 2005). Benazzo et Morgenstern (2014) analysent les productions de négation chez un enfant bilingue français-italien, Antoine, (sans exposition à une langue des signes) et remarquent que les occurrences parlées prennent l'avantage sur les occurrences gestuelles vers l'âge de 2;6, après une phase de transition pendant laquelle l'enfant produit une majorité d'énoncés bimodaux. En cela, Antoine semble utiliser plus longtemps une plus grande proportion de gestes que les autres enfants enregistrés dans le cadre du *Paris Corpus* (Morgenstern & Parris, 2012) ou dans l'étude de Guidetti (2005) traitant de l'expression du refus chez trente enfants entendants français à 1;4, 2;0 et 3;0.

Pour autant, l'ensemble des auteurs cités s'accordent à dire que la modalité gestuelle, dans l'expression du refus, ne *disparaît* pas mais contribue à renforcer ou à remplacer, lorsque c'est nécessaire, les messages verbaux. L'idée reçue selon laquelle le verbal se substitue au geste pourrait provenir d'une période qualifiée de « *dark age* » par McNeill (2014) qui correspondrait à une disparition relative de la gestuelle entre 2 et 3 ans chez les enfants entendants monolingues, au moment où ils sont en train de se concentrer sur l'acquisition de la parole vocale.

2.1.2 *Les enfants signeurs isolés*

Le *homesign* est un système gestuel utilisé par les enfants sourds isolés et sans exposition à une langue des signes stabilisée (Cartmill et al., 2017 ; Fusellier, 2001 ; Goldin-Meadow & Mylander, 1998). Ce contexte d'acquisition constitue donc une sorte de chaînon manquant entre le cas des enfants signeurs et celui des enfants non signeurs. Ainsi, David est un enfant sourd américain, de parents entendants, qui n'a été exposé à aucune langue des signes conventionnelle (l'ASL en l'occurrence). Franklin, Giannakidou, et Goldin-Meadow (2011) analysent ses productions entre 2;10 et 3;11, en se concentrant sur les structures interrogatives et négatives.²

Les auteurs ont une approche plus logico-formelle de la négation que celle que nous avons adoptée en introduction, et considèrent que la négation se définit comme une *sentential modification*. Or, cette modification logique dans le *homesign* comprend à la fois des « éléments lexicaux » qui fonctionnent comme des

2. De façon remarquable, Franklin et al. (2011: 399) nous rappellent que, dans de nombreuses langues, les opérateurs de négation et d'interrogation ont des ressources morphologiques partagées.

marqueurs de négation et des mouvements de tête, que les auteurs considèrent comme des opérateurs de négation. Selon leurs observations, ces opérateurs apparaissent systématiquement au début du syntagme sous portée négative et constituent en cela des éléments fondamentaux de la première syntaxe. L'exemple (1) illustre une telle construction négative dans les productions de David, à 3;11.

- (1) NEG-Tête PT>guitare METTRE_{geste} PT>jouet soldat
'Ce n'est pas la guitare qui convient au soldat' (notre traduction)

Les auteurs considèrent ces structures comme des créations langagières « *de novo* », mais nous faisons l'hypothèse qu'elles sont surtout un excellent exemple de l'intégration dans un système linguistique (à l'échelle de l'environnement de cet enfant) d'une gestualité partagée au sein d'une communauté, et en particulier présente dans son environnement linguistique. Cette interface geste-signes ici non-manuelle (secouement de tête) sera explorée plus avant dans notre étude en nous focalisant sur deux patrons manuels (mouvement de l'index et mouvement dit 'de paumes vers le haut').

2.1.3 *Les enfants signeurs*

Anderson et Reilly (1997) remarquent que les premiers travaux mentionnant l'acquisition de la négation en ASL (Ellenberger, Moores, & Hoffmeister, 1975, notamment) se sont concentrés sur le recours à des formes signées manuelles (qu'elles soient lexicales ou grammaticales). Les auteures s'intéressent quant à elles à la dimension non-manuelle de la négation, et à la coarticulation du manuel avec le non-manuel. Elles étudient en particulier la relation développementale entre les secouements de tête à valeur communicative et les secouements à valeur grammaticale (ou linguistique) dans l'expression de la négation (p. 411). En écho à l'éclipse mentionnée par McNeill (2014), leur étude montre que les enfants produisent bien les secouements de tête à fonction communicative autour de 1;0 an, mais que au moment où ils entrent dans la grammaire de l'ASL, ils ne sont pas en mesure d'intégrer directement l'usage de ce geste communicatif dans leur système grammatical émergent. Autrement dit, l'enfant semble d'abord acquérir le signe manuel NOT avant de pouvoir produire le secouement de tête grammatical associé. Selon les auteurs, le patron suivant se dessine : lors de l'acquisition d'un nouveau signe manuel négatif, celui-ci est produit sans le composant non-manuel, puis le composant non-manuel obligatoire est ajouté au signe manuel, entre un mois et huit mois plus tard.

En résumé de cet aperçu chez les enfants, l'interface gestes-signes est donc bien en question dans les trois cas de figure de l'input envisagés (avec un input LV, en contexte de surdité sans exposition à une LS, avec un input LS). Gestes et signes de négation sont liés dans l'acquisition. La grammaticalisation des unités

gestuelles semble se faire par paliers, de manière dynamique, avec de possibles étapes d'attrition. Pour mieux comprendre ce lien tissé dans la production des enfants, qu'ils soient signeurs ou non, nous allons prendre connaissance des liens existants dans la langue cible adulte (Section 2.2) avant d'étendre notre propos à une dimension plus large de la gestualité humaine (Section 2.3).

2.2 Négation dans les langues des signes (langue cible)

Zeshan (2006) présente une collecte interlinguistique des structures négatives et interrogatives dans 37 langues des signes avec pour la majorité d'entre elles un protocole commun d'élicitation des négations. Cet inventaire est complété par une série de travaux concernant chaque langue des signes séparément (ASL, langue des signes britannique ou BSL, langue des signes suédoise ou SSL, langue des signes chinoise ou CSL, langue des signes québécoise ou LSQ).

2.2.1 *Inventaire des catégories rencontrées : manuelles et non-manuelles*

Sur la base de ces travaux, l'inventaire des formes linguistiques de négation que nous présentons ici inclut des formes de gestualité partagée, comme certaines expressions faciales, qui peuvent fonctionner comme des marqueurs de discours ou marqueurs affectifs, de la même façon pour des signeurs ou des non signeurs (Anderson & Reilly, 1997: 412). Qu'ils soient manuels ou non-manuels, les gestes-signes ou ce que nous appellerons désormais « gestes partagés » ne semblent pas tant se distinguer des signes linguistiques par leur forme que par leur distribution, ainsi que le mentionne McNeill (2014: 154, notre traduction) « les gestes qui semblent linguistiques sont analogues en forme ou en apparence à la gestulation mais ils s'en distinguent en ce qu'ils disposent d'une place grammaticale dans l'énoncé ».

Les critères pour distinguer les expressions faciales affectives *versus* grammaticales sont discutés dans la littérature. Baker-Shenk (1983) observe qu'il y a un démarrage et un arrêt abrupts du mouvement facial dans le cas d'une fonction grammaticale alors que le début et la fin du mouvement facial sont articulés de manière plus graduelle pour une fonction affective. La synchronisation plus ou moins ajustée du non-manuel sur le manuel est d'ailleurs un critère mentionné pour d'autres phénomènes que le secouement de tête – qui nous intéresse particulièrement ici pour la négation. Ceci pose plus généralement la question de la mesure objective de cette synchronisation fine des articulateurs non-manuels. Par ailleurs, il n'est pas fait état, dans les études mentionnées, d'une mesure correspondante de la synchronisation entre les mouvements faciaux et la production vocale pour une population non signeuse.

Selon les auteurs, et selon les formes en question ces formes gestuelles partagées sont donc soit intégrées dans l'inventaire de la langue des signes proprement dite, soit considérées comme para-linguistiques, en marge de la langue. Pour mieux rendre compte de la variété des combinaisons possibles, nous proposons de classer les formes de négation (Tableau 1) selon les distinctions suivantes : manuelle vs non-manuelle ; formes communes aux signeurs et non signeurs vs formes spécifiques aux signeurs ; formes indépendantes vs formes liées.

Tableau 1. Classification des formes gestuelles de négation

manuel	spécifique aux LS	signes de négation : formes lexicales indépendantes dérivation morphologique : mouvement de main ajouté pour exprimer la négation (rotation du poignet, ou mouvement inversé en CSL, ASL ou LSF, paradigme AIMER/NE-PAS-AIMER ³) auriculaire <i>versus</i> pouce tendu (en CSL) agitation latérale <i>versus</i> verticale de la main (en CSL)
	combinaison de formes spécifiques aux LS et de formes partagées	signes composés avec agitation 'négative' de la main
	gestes partagés	mouvement de l'index ou agitation de la main (en CSL) ouverture de la main avec paume vers le haut
non-manuel	gestes partagés	secouement de tête (avec ou sans le signe manuel) haussement d'épaules

2.2.2 Unité et diversité des langues des signes

En ce qui concerne l'organisation séquentielle des marqueurs de négation, Perniss, Pfau, et Steinbach (2007: 17) observent que « plus récemment, des différences intéressantes entre langues des signes ont été relevées » en lien avec les paramètres suivants : position des signes manuels dans la phrase et co-occurrence des éléments manuels et non-manuels. Or, selon Anderson et Reilly (1997: 413) la discussion sur l'ordre des constituants impliqués dans la négation n'avait pas donné lieu à une comparaison fructueuse dès lors que l'ordre des signes est relativement flexible et que les « signes manuels lexicaux peuvent être réalisés dans diverses positions dans la phrase ».

Yang et Fisher (2002) montrent que certains aspects de la négation en CSL sont communs aux autres langues des signes décrites³ (les marqueurs non-manuels, la

3. Leur étude s'appuie sur des références aux langues des signes américaine, britannique, suédoise, néerlandaise et allemande (respectivement ASL, BSL, SSL, NGT, DGS).

présence de signes lexicaux négatifs et les structures de phrase négative) mais que d'autres traits sont spécifiques à la CSL. L'un de ces traits caractéristiques est une configuration manuelle de négation, équivalent articulatoire de la configuration manuelle de la lettre I en ASL.

Enfin en ce qui concerne l'impact de la gestualité partagée sur les langues des signes, Perniss et al. (2007: 18) indiquent que « [...] certaines langues des signes utilisent aussi un mouvement de la tête vers l'arrière pour exprimer la négation [...]. Clairement, il s'agit là de la grammaticalisation d'un geste spécifique à une culture ». En outre, et pour des gestes qui nous intéressent particulièrement, Capirci, Iverson, Pizzuto, et Volterra (1996: 654) suggéraient que le mouvement de l'index est plus marqué culturellement (propre à une convention gestuelle dans une culture donnée) que les secouements de tête ou paumes vers le haut (qui seraient davantage partagés entre communautés).

Malgré cette diversité linguistique et culturelle, et en lien avec la recherche de systématisme, y compris dans l'interface gestes-signes, nous verrons, dans les sections suivantes, que les gestes de négation peuvent être modélisés à partir de leurs caractéristiques kinésiologiques et que ces patrons communs peuvent être retrouvés dans l'étude comparée du lexique de négation dans plusieurs langues des signes ainsi que dans la gestualité des entendants (Boutet, 2015).

2.3 Les gestes de négation dans une approche du geste et de son sens

Kendon (2004) et Calbris (1990, 2011) proposent une typologie très similaire de la négation gestuelle répartie en deux familles selon que la paume ouverte de la main est en pronation (*Open Hand Prone*, désormais OHP) ou que la paume ouverte de la main est en supination (*Open Hand Supine*, désormais OHS). Cette distinction est souvent reprise dans la littérature en *palm down* et *palm up* (Bressem, 2013 ; Bressem & Müller, 2014 ; Stokoe, 2005 [1960]), et ces deux familles se déclinent en plusieurs sous-groupes.

2.3.1 *Des familles de gestes selon le cadre de référence*

Les OHP peuvent se situer dans un plan vertical ou dans un plan oblique ou horizontal, avec ou sans mouvement latéral. Chez l'adulte parmi les auteurs mentionnés, mais aussi chez l'enfant (Darwin, 1872 ; Beaupoil-Hourdel, Boutet, & Morgenstern, 2015), les OHP avec une paume orientée à la verticale sont interprétés comme une interruption, une suspension ou un arrêt d'une ligne d'action, voire un déni, alors que les OHP avec une orientation oblique ou horizontale sont

nettement associés à des notions de balayage, de coupure, visiblement plus descriptives qu'actionnelles (Figure A1).⁴

Au sein de la seconde famille (OHS), le groupe présentant un mouvement latéral semble relever, soit de l'expression d'une incapacité à intervenir dans une situation, soit du constat de l'évidence, soit d'une question rhétorique n'appelant aucune réponse, soit d'une possibilité d'existence, soit enfin, d'une invitation faite à quelqu'un (Debras, 2013 ; Kendon, 2004 ; Streeck, 1994). L'ensemble de ces associations relève d'un positionnement de retrait vis-à-vis de la situation, de l'expression d'une non-intervention de l'énonciateur. Ce groupe est souvent associé au *shrug*⁵ (Bressemer & Müller, 2014 ; Debras, 2013 ; Streeck, 2009). Le groupe des OHS sans ce mouvement latéral est souvent interprété comme un geste de présentation (Figure A3).

La description des gestes dans cette approche en familles s'inscrit jusqu'à présent dans un cadre de référence égocentré. Celui-ci décrit davantage la situation dans laquelle évoluent les gestes par rapport à la personne qui les produit que les gestes en eux-mêmes. La description se concentre sur l'orientation du segment le plus distal – la main. Pour analyser les gestes pour eux-mêmes, il faut décrire la position de chaque segment (doigts, main, avant-bras, bras, épaule) et le mouvement de chaque segment dans son champ de possibilités propres, c'est-à-dire au sein de chaque degré de liberté (Boutet, 2015). Dès lors, le cadre de référence est intrinsèque à chaque segment (Levinson, 1996) et multiple. Il comporte autant de repères que de degrés de liberté (Boutet, 2008). C'est à cette seule condition que l'on peut déterminer d'éventuels invariants formels de la négation gestuelle car chaque degré de liberté peut individuellement être porteur d'une marque de négation.

2.3.2 Degrés de liberté et propagation du mouvement

Un degré de liberté correspond au mouvement d'un segment autour d'un axe de rotation. Cet axe peut être perpendiculaire à un segment ou peut courir dans l'axe du segment (le long du bras, le long de l'avant-bras), dans tous les cas, il affecte directement le segment distal qui suit immédiatement l'articulation ou l'axe du segment le long duquel il court (Figure 1).

4. Les figures A1 à A6 se trouvent à <http://dx.doi.org/10.1075/lia.8.1.07blo.additional>.

5. Nous conservons le terme anglais *shrug* parce qu'il désigne l'ensemble de la posture et pas seulement le haussement d'épaule.

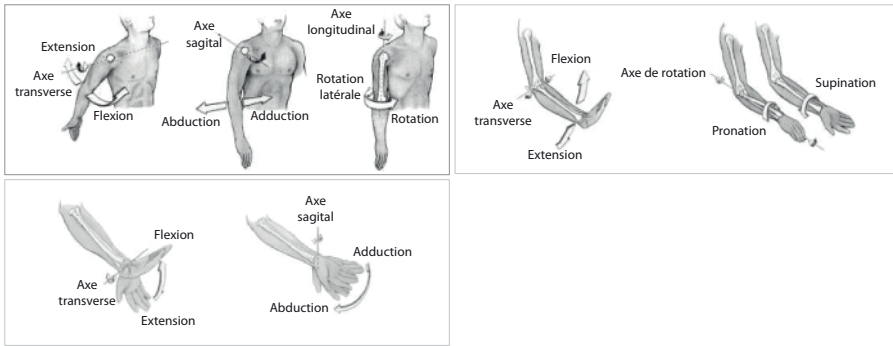


Figure 1. Les sept degrés de liberté répartis sur le bras, l’avant-bras et la main

En pronation complète (OHP), la main peut être orientée vers le bas, ou vers l’avant lorsque l’avant-bras est complètement fléchi, voire être orientée vers l’intérieur quand l’avant-bras est totalement fléchi et que le coude est projeté vers l’avant (Figure 2). On voit bien là qu’une série d’orientations différentes (vers le bas, l’avant ou l’intérieur) selon un cadre de référence *égocentré* peuvent correspondre à une même position de la main selon un cadre de référence *intrinsèque*.

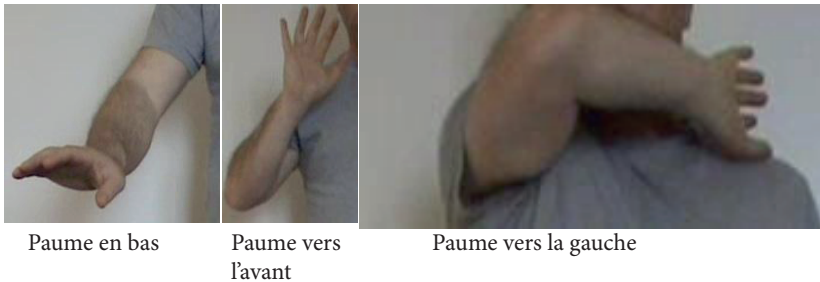


Figure 2. Pronation (référence intrinsèque) et positions « OHP » différenciées en référence égocentrée

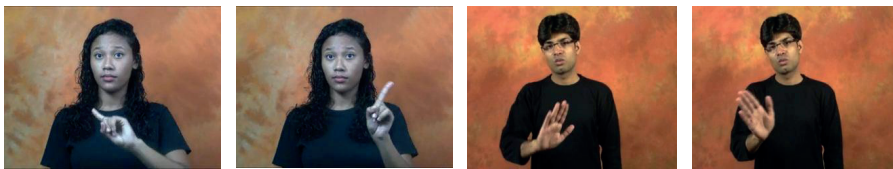
Ces degrés de liberté sont parfois mis en mouvement de manière simultanée, mais le plus souvent de manière consécutive le long du membre supérieur. Les gestes ont dès lors un déroulé proximal-distal (du plus proche du buste vers le plus éloigné sur le membre supérieur) ou bien distal-proximal.

Le sens du déroulé a un impact sur la signification du geste (Boutet, 2001). Ainsi dans la famille des OHS, le flux permet de différencier les gestes de présentation des gestes de retrait. Le flux des gestes de présentation est distal-proximal alors que le flux des gestes de retrait est peu ou prou proximal-distal. Selon Boutet (2010), le flux de propagation de mouvement constitue donc un trait phonologique qui permet de distinguer des paires minimales et nous nous appuyerons sur ces descriptions kinésiologiques pour identifier et distinguer les patrons gestuels de négation.

2.3.3 Origines segmentales, transfert des mouvements et de leur signification

Pour décrire une forme gestuelle, il convient de comprendre comment circule le mouvement entre les segments. Entre ces différents segments qui composent le membre supérieur, un gradient d'inertie décroissant court du bras aux doigts. Il est plus facile de faire bouger une masse plus faible à partir d'un segment de masse plus importante que l'inverse.

L'origine segmentale manuelle rayonne de part et d'autre de la main, sur les doigts et sur l'avant-bras et une même signification peut se retrouver sur un segment ou sur un autre. Par exemple, un geste de négation par oscillations latérales de l'index pointé vers le haut signifie la même chose qu'un geste oscillant latéral de l'avant-bras tandis que la main est dans un plan frontal avec des doigts dirigés vers le haut, sans index saillant (agitation latérale pour les signes de négation manuels, Tableau 1). La Figure 3 présente deux exemples de négation dans deux langues des signes, que nous avons relevés également dans les gestes accompagnant une négation grammaticale en français (« ne ...pas ») chez une enfant entendante, Madeleine. On voit par là que le nombre de doigts étendus, le mouvement de la main ou de l'avant-bras correspondent de fait à des variantes, aussi bien en langues des signes qu'en gestualité entendante.



'non' en LS brésilienne (*Spreadthesign*)

'non' en LS indienne (*Spreadthesign*)

Figure 3. Mouvement latéral de balayage dans un plan frontal de l'intérieur vers l'extérieur

Puisque les mouvements peuvent être transférés d'un segment à l'autre, il convient de distinguer le mouvement subi (*déplacement*) et le mouvement propre (*issu d'un transfert de mouvement*) d'un segment. Par exemple, les mains sont en déplacement dans un geste figurant une barrière par des paumes verticales orientées vers l'avant, doigts vers le haut et par un mouvement latéral et symétrique des avant-bras qui s'écartent l'un de l'autre selon un mouvement homogène, à vitesse constante. L'orientation des mains et le mouvement latéral des avant-bras constituent la signification, mais le déplacement (subi) des mains ne participe pas au sens du geste.

Le *transfert de mouvement* implique quant à lui que le mouvement d'au moins un degré de liberté du segment considéré est dû au mouvement d'au moins un degré de liberté d'un segment plus proximal ou plus distal. Ainsi le geste de refus déroulé sur la main et l'avant-bras (Figure A2) est similaire par sa forme générale

au geste de la barrière. Cependant le mouvement latéral de la main ici n'est pas dû au mouvement de l'avant-bras. Au contraire, la position d'adduction maximale de la main arrivant à la butée articulaire entraîne le mouvement de rotation extérieure de l'avant-bras. La signification du refus provient à la fois de la position de la main, du mouvement d'adduction, de pronation et d'extension de celle-ci et du mouvement latéral de l'avant-bras. Le transfert de mouvement de la main qui affecte l'avant-bras participe bien à la signification du refus.

Ce que l'on voit ici avec des gestes différents ('barrière' et 'refus') provenant de la même famille des OHP s'applique aussi aux gestes différents mais provenant de la même famille des OHS : les gestes de présentation et les gestes de retrait (Figure A3).

Cette présentation générale de l'approche kinésiologique de la gestualité de négation va nous permettre de rendre compte de la production gestuelle des enfants qui s'expriment dans différentes langues et en différentes modalités, et de rechercher les invariants de la négation gestuelle. Nous allons maintenant présenter les corpus ressources et la façon dont nous les avons encodés. Nous allons nous concentrer sur les patrons et propriétés gestuelles systématiques qui sont en jeu dans l'expression de la négation et en particulier sur l'interface forme-sens de ces deux patrons contrastifs que nous venons de présenter : les gestes de paumes vers le haut et les mouvements d'index.

3. Méthodologie

Pour traiter des variations et des invariants dans l'expression gestuelle de la négation, nous avons collecté des données longitudinales entre 8 et 35 mois auprès de deux enfants exposés à la LSF, et entre 25 et 49 mois auprès de deux enfants avec input monolingue (français ou anglais). Les quatre enfants ont été enregistrées à domicile, en contexte d'interaction spontanée avec leurs parents.

3.1 Études longitudinales

Charlotte est une enfant sourde de parents sourds utilisant la LSF, et à ce titre considérée ici comme monolingue unimodale, même si ce statut monolingue est discutable d'un point de vue sociolinguistique. Elle a été enregistrée par une étudiante sourde et signeuse native (Limousin, 2011). Charlotte bénéficie d'un input essentiellement visuo-gestuel, allant des gestes actionnels aux signes linguistiques, mais elle a également accès aux labialisations issues du contact avec la langue vocale environnante, à travers la lecture labiale de son environnement, tant entendant que sourd (Millet, Khayech, & Blondel, 2016). Parmi les sessions mensuelles

d'enregistrement, ont été annotées pour l'expression de la négation les sessions correspondant aux âges 12 mois, 18 mois, 24 mois, 27 mois, 30 mois, et 36 mois.

Illana est entendante et bilingue bimodale LSF-français, un de ses parents est sourd signeur, l'autre est entendante bilingue bimodale. Illana a été enregistrée par trois personnes entendantes qui signaient avec le parent sourd de la même façon qu'elles le faisaient en dehors de cette étude, donc en adéquation avec l'environnement habituel de l'enfant, majoritairement entendant (Blondel, 2009 ; Tuller, Blondel, & Niederberger, 2007). L'enfant bénéficie de la palette complète des modalités visuo-gestuelle et audio-vocale, des actions ou vocalisations aux signes linguistiques. Les sessions utilisées pour cette étude et correspondant au mieux à celles de Charlotte sont les sessions correspondant aux âges 13 mois, 19 mois, 22 mois, 26 mois, 31 mois, 35 mois.⁶

Ellie est une enfant entendante monolingue britannique dont l'entourage parle l'anglais. Elle a été filmée par sa grand-mère dans le cadre du projet ANR CoLaJE.⁷ Toutes les sessions du corpus vidéo ont été annotées dans le cadre d'un doctorat ancré dans le projet sur l'expression de la négation (Beupoil-Hourdel, 2015).

Madeleine est une enfant entendante monolingue dont l'entourage parle le français. Elle a été filmée dans le contexte des projets ANR Léonard⁸ et CoLaJE par Martine Sekali. Les sessions de 0;10 (compris) à 4;2 ont été également annotées dans Beupoil-Hourdel (2015).

3.2 Codages utilisés

Pour relever toutes les formes d'expression de la négation, nous avons eu recours à des logiciels d'annotation incluant les références aux vidéos et outils de référence dans chacune des communautés, acquisition et langues des signes : CLAN (MacWhinney, 2000) pour Ellie et Madeleine, et ELAN (Sloetjes & Wittenburg, 2008) pour Charlotte et Illana. Ensuite, nous avons transféré les données codées dans un tableur pour les classer en fonction de la modalité empruntée, de la catégorie formelle utilisée et de la fonction de la forme négative en rapport avec sa valeur en contexte, en lien avec l'interaction. Enfin, nous avons décrit, à un grain de description plus fin, les caractéristiques kinésiologiques de séquences contenant des gestes partagés, en ciblant les patrons contrastifs évoqués précédemment.

6. Les études longitudinales n'ont pas été menées en même temps et sont sujettes aux aléas d'organisation familiale de la famille enregistrée ; ceci explique les légers décalages entre les âges des sessions enregistrées.

7. Projet ANR-08-COM-021 dirigé par Aliyah Morgenstern.

8. Projet JC05_47273 dirigé par Aliyah Morgenstern.

L'ensemble de l'activité manuelle et non-manuelle produite par les quatre enfants en contexte de négation a été relevée et classée, dans un premier temps, selon quatre catégories pour évaluer la proportion d'items négatifs selon les langues et les modalités. La catégorie « Vocal non Symbolique » n'était pas suffisamment pertinente pour cette étude alors que nous avons eu besoin de diviser la catégorie « Gestuel Symbolique » en « (signe propre à la) LSF » et « geste (partagé) ». La catégorie « (propre à la) LSF » renvoie au lexique de la LSF en excluant les signes qui sont aussi des gestes coverbaux que des entendants non signeurs peuvent utiliser : par exemple le signe NON (index et majeur sélectionnés et joints avec rotation du poignet en pronation) versus le mouvement d'index. Les deux gestes signifient 'non' / 'ne-pas' mais le premier ne se trouve que dans un énoncé de signeur tandis que le second se trouve autant dans un énoncé en LSF que dans la gestualité coverbale d'un non-signeur. Cette distinction est utilisée par d'autres auteurs, comme Emmorey, Borinstein, Thompson et Gollan (2008) pour mesurer la proportion de 'gestes'/'signes' dans les productions de locuteurs bilingues bimodaux.

Nous avons donc retenu quatre types principaux d'expression de la négation :

- (Signe propre à la) LSF : Charlotte utilise le signe IL-N-Y-A-PAS dans le cadre d'une interaction avec sa mère avec qui elle joue à la marchande. On ne trouve pas ce geste (ce signe) dans la production d'un non signeur et c'est donc ce que nous appelons une négation « LSF ».
- Français / Anglais : Illana répond « nan c'est à moi », avec une variante du *non*. C'est ce que nous appelons une négation « français » (pour Illana et Madeleine, avec l'équivalent anglais pour Ellie).
- Geste (partagé) : Dans la session des 1;5, la grand-mère d'Ellie lui demande où est son panier et Ellie lui répond avec un mouvement d'ouverture des paumes vers le haut (OHS, tel que décrit précédemment). C'est ce que nous appelons un « geste (partagé) » de négation.
- Action : Illana repousse le verre d'eau pour signifier que ce n'est pas ce qu'elle veut, nous avons un exemple de ce que nous appelons une « action ».

4. Résultats : spécificités et invariants

Les différents relevés et codages énoncés en Section 3 nous permettent de rendre compte des parcours variés empruntés par chacune des enfants, en fonction du degré de bimodalité et du caractère bilingue de l'environnement familial (4.1). Nous cherchons également les points communs dans cette variété qui attesteraient d'une même évolution vers la grammaticalisation de l'expression de la négation (4.2). Nous recherchons les invariants repérés dans les deux patrons gestuels contrastifs

des paumes vers le haut (ou OHS) et haussements d'épaule *versus* mouvements d'index (4.3) ; enfin nous tentons de faire émerger les liens systématiques entre des traits kinésiologiques dynamiques et des traits sémantiques (4.4).

4.1 Rapport à l'environnement, en fonction de sa bimodalité

La production visuo-gestuelle comprend les actions et les gestes symboliques (incluant le non-manuel). La proportion de cette production visuo-gestuelle associée à la négation diminue pour Ellie ou Madeleine au moment où elles entrent dans la dimension verbale-vocale.

La production de Charlotte est entièrement visuo-gestuelle et la proportion de visuo-gestuel pour Illana est plus importante que chez Ellie et moins importante que chez Charlotte. Les formes visuo-gestuelles ne décroissent pas au profit des formes vocales (contrairement à ce que Benazzo et Morgenstern, 2014 relèvent chez un enfant bilingue unimodal), puisque Illana continue d'utiliser des secouements de tête, des mouvements d'index et autres formes de gestes symboliques partagés. Elle semble prendre en compte continuellement la nécessité de donner des indices visuels de communication, y compris grâce à une labialisation exagérée, qui permet de donner à voir y compris ses vocalisations. La présence ou l'absence de son parent sourd dans les interactions influence nettement la proportion de sa production visuo-gestuelle (ainsi pour les sessions 1;10 et 2;11, les interactions sont majoritairement avec son parent entendant).

4.2 Grammaticalisation

Parmi les éléments symboliques (excluant donc actions et grognements lorsqu'ils sont les seuls éléments d'expression de la négation), la proportion d'anglais (en gris clair, Figure 4) et de productions multimodales (en gris très foncé) augmente chez Ellie. A partir de 1;6, Ellie se dirige vers un système essentiellement verbal-vocal avec du gestuel utilisé de manière co-verbale. On observe la même tendance dans les productions de Madeleine qui entre très rapidement dans le verbal. Chez Charlotte (Figure 4), la présence de gestuelle symbolique partagée est maintenue dans les différentes sessions, incluant peu à peu l'expression de la négation relevant de la LSF exclusivement. Chez Illana, une forte proportion de gestuelle symbolique partagée est maintenue dans les différentes sessions, à l'exception des deux sessions dans lesquelles elle s'adresse quasi exclusivement à sa mère entendante. Lorsque les deux parents sont présents, l'enfant utilise une proportion de gestes partagés et de productions multimodales plus forte que celle utilisée par Ellie. En parallèle, la proportion d'expression de la négation en LSF (qui ne relève pas de la gestuelle partagée) est moindre et moins variée que celle utilisée par Charlotte.

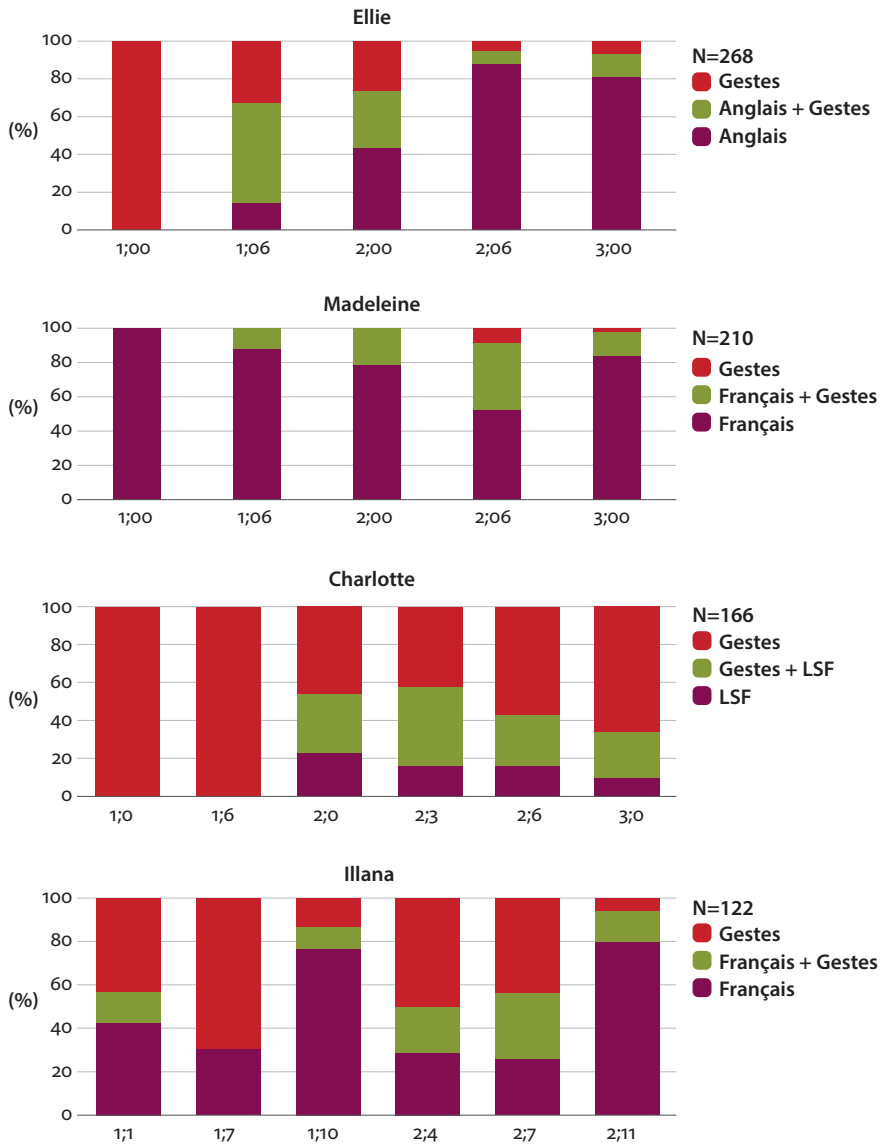


Figure 4. Proportion de gestes symboliques partagés et de chacune des langues chez les quatre enfants

Nous voyons que la répartition entre les modalités (visuo-gestuelle et audio-vo-cale), ainsi que la répartition entre les catégories symboliques se font différemment pour chacune des enfants. Nous étudions, pour chacune des enfants, dans les sections qui suivent, l'évolution dans la répartition de ces éléments de négation et la façon dont cette répartition contribue à une grammaticalisation plus ou moins systématique de ces gestes liés à l'expression de la négation.

4.2.1 *Charlotte*

Les énoncés de négation chez Charlotte se complexifient en incluant les différentes possibilités offertes par la modalité visuo-gestuelle tant dans des combinaisons séquentielles que dans des combinaisons en simultané, comme nous l'illustrons ci-dessous. Les secouements de tête précèdent l'émergence des mouvements d'index (Limousin, 2011) et tous deux ne sont d'abord que des copies des gestes des parents, une sorte d'expérimentation de proto-négations, sans intention claire avant d'acquérir une signification plus claire et une place dans l'interaction.

Ainsi, en LSF, Charlotte utilise des signes propres à la LSF comme ceux que nous glosons par IL-N-Y-A-PAS, IL-N-Y-A-PLUS à partir de la session 2;0 ; et elle utilise préalablement des mouvements d'index ajoutés à des prédicats nus, pour ensuite utiliser également des signes prédicatifs avec négation incorporée, comme les signes que nous glosons par NE-PAS-SAVOIR, NE-PAS-VOULOIR) qui apparaissent entre 1;7 et 1;8. Les énoncés deviennent plus denses à mesure qu'ils combinent les éléments manuels et non-manuels, de façon équivalente (le même sens est exprimé par le manuel et le non-manuel) ou complémentaire (un élément de sens est porté par le manuel, un autre élément de sens est porté par le non-manuel). Le recours systématique au non-manuel peut conduire à des formes inusitées. Ainsi, l'enfant utilise parfois le secouement de tête associé au signe négatif IL-N-Y-A-PAS (à 3;0) alors que ce n'est pas obligatoire grammaticalement (et qu'elle utilise le même signe sans le secouement à 2;0) et elle applique ce marqueur de négation à des signes non porteurs de négation y compris en explorant des formes qu'on ne trouve pas dans l'input (par exemple le signe glosé comme CHANGER accompagné d'un secouement de tête à 1;7). Charlotte utilise aussi des variantes dans les structures de négation pour obtenir une même signification : à 2;3, l'enfant utilise à la fois le signe MANGER avec le mouvement d'index (FANNY MANGER Neg-index 'Fanny, elle ne mange pas ?') ou avec le secouement de tête (FANNY MANGER_{tête} 'Fanny ne mange pas').

La Figure 5 indique que l'enfant produit essentiellement des productions négatives holophrastiques (en orange) lors des premières sessions et qu'apparaissent ensuite, à partir des 2 ans, les combinaisons des signes ou gestes négatifs entre eux ou avec d'autres signes (en vert). La négation semble même être utilisée dans une séquence de discours rapporté à 2;6 (Limousin, 2011) dans laquelle, à la question 'l'oiseau dit quoi ?' de sa maman, Charlotte répond par un mouvement d'index tout en prenant le rôle de l'oiseau.

Soulignons qu'une forme ne disparaît pas au profit des autres mais sert de base multimodale intégrant à la fois la LSF et les formes de gestualité partagée dans un répertoire langagier de plus en plus varié.

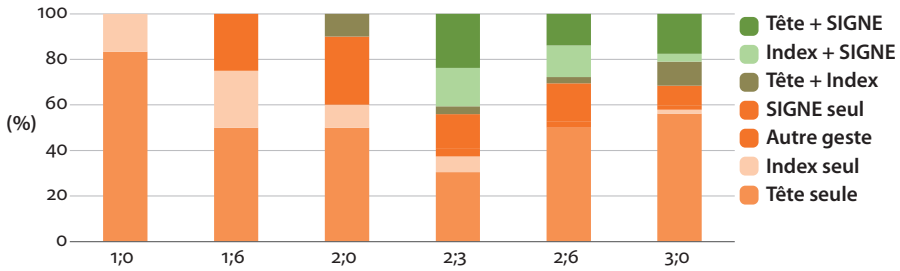


Figure 5. Charlotte, émergence de la syntaxe LSF incluant une négation (N = 168)

4.2.2 Illana

Comme pour les autres enfants, les actions de rejet et les vocalisations non lexicales d'Illana sont peu à peu grammaticalisées en combinaisons de mots, de signes et de gestes partagés (Figure 6). Rappelons que les productions des sessions 1;10 et 2;11 – pour lesquelles les interactions vocales sont proportionnellement plus nombreuses – sont menées essentiellement avec sa mère entendante alors que pour les autres sessions les interactions en présence du père sont majoritaires et la proportion de gestes partagés plus importante.

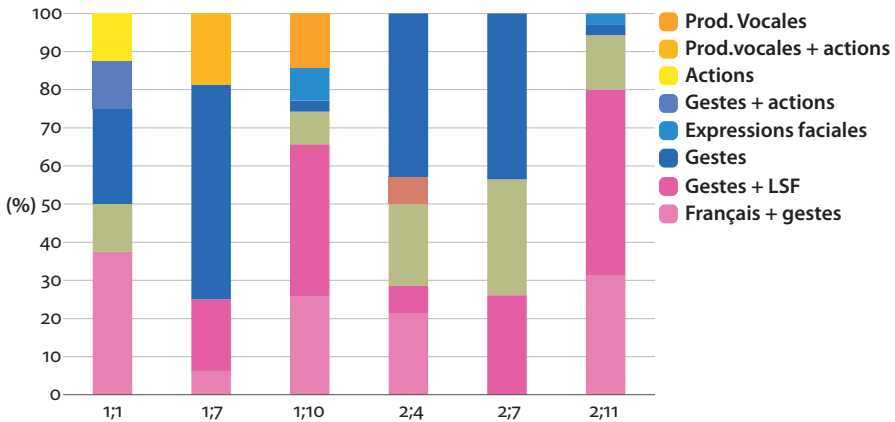


Figure 6. Illana, combinaisons bilingues et bimodales (N = 131)

Illana continue tout au long des sessions enregistrées d'utiliser des gestes partagés, ce qui constitue la caractéristique bimodale de sa production. Parmi les gestes de négation, figurent essentiellement des secouements de tête, des mouvements de l'index, des mouvements de paumes vers le haut, et quelques autres emblèmes (Payrató, 1993) à valeur négative. La production bimodale d'Illana comprend aussi un riche inventaire d'expressions faciales comme le plissement de nez, le froncement de sourcils, l'ouverture arrondie de la bouche comme protestation, la moue

de désapprobation – qui constituent parfois la seule expression de la négation, ainsi que la labialisation accentuée de la variante « nan ».

L'évolution des négations dans sa production en français est différente de celle d'Ellie en anglais. Comme indiqué précédemment, deux sessions contiennent proportionnellement plus de négations en français que les autres sessions, mais globalement les formes s'allongent et leur variété augmente. Pour autant, l'inventaire dans la langue vocale semble moins varié que celui d'Ellie ou de Madeleine et certaines des structures utilisées correspondent à ce que d'autres chercheurs ont étudié comme le parlé-CODA⁹ (Emmorey et al., 2008), à savoir des constructions en français sous influence de la syntaxe de la LSF.

Contrairement à Charlotte, en LSF, Illana ne produit que quelques éléments isolés relevant du lexique de négation propre à la LSF (un exemple du signe IL-N-Y-A-PAS a été relevé dans une des sessions non retenues dans la comparaison) et pas d'exemple relevé d'une morphologie complexe de la négation (comme les formes dérivées négatives NE-PAS-SAVOIR, NE-PAS-VOULOIR). Si bien que, si l'on considère chacune des deux langues cibles séparément, et surtout sans prendre en compte l'ensemble de la gestualité partagée, on manque l'essentiel des ressources du répertoire bimodal d'Illana. A mesure qu'elle grandit, elle semble exploiter de plus en plus les combinaisons symboliques des éléments vocaux et gestuels. A 2;2, elle combine par exemple le secouement de tête, le mouvement d'index et le « non » vocal.

En conclusion, si on compare les deux enfants signeuses, on observe une grammaticalisation des gestes (Franklin et al., 2011 ; Pfau, 2002, 2008) sans que pour autant la gestualité partagée ne disparaisse au profit exclusif de signes lexicalisés de la LSF. Charlotte utilise le potentiel LSF et Illana exploite le potentiel bimodal, c'est-à-dire la partie partagée de la gestualité ainsi que la visualisation de la langue vocale (labialisation).

4.2.3 Ellie

En considérant le corpus d'Ellie de façon plus détaillée (Figure 7), nous notons que dans les premières sessions enregistrées, les productions contenant des négations comprennent des actions, des émissions vocales et des combinaisons des deux moyens, alors que dans les dernières sessions considérées, ces productions ont presque disparu. Dans nos codages nous considérons que les actions et les émissions vocales sont des modalités *non-conventionnelles* tandis que les gestes symboliques et les mots sont des modalités *conventionnelles*.¹⁰

9. CODA pour Child Of Deaf Adult.

10. Cette distinction s'appuie sur les travaux de Kendon (1985, entre autres) dans lesquels il a cherché à montrer à l'aide d'une expérimentation que les locuteurs d'une même langue étaient

Les gestes symboliques sont prédominants à 1;6 et décroissent en proportion jusqu'à 2;6 à mesure que Ellie investit de plus en plus la modalité vocale. Cependant, nous observons que leur nombre brut continue d'augmenter jusqu'à 2;6, ce qui met en évidence que le système langagier de l'enfant s'enrichit. A partir de 2;6 les proportions et le nombre de productions se stabilisent. L'augmentation de la proportion des gestes symboliques vers 3;0 semble indiquer que la maîtrise de la langue parlée est suffisante pour réintégrer les gestes en co-articulation avec le verbal (Figure 7) dans des combinaisons gestes/mots moins redondantes que dans les mois précédents. Les négations en anglais sont indiquées en rouge et sont prédominantes à partir de 2;0.

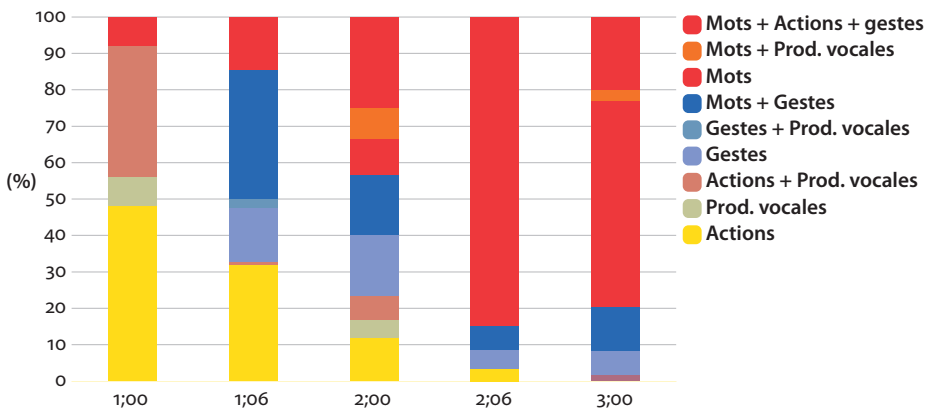


Figure 7. Ellie, grammaticalisation vocale et combinaison avec la gestuelle ($N = 336$)

Soulignons également qu'à mesure que la langue parlée devient prédominante, les énoncés négatifs d'Ellie se complexifient en anglais (Beaupoil-Hourdel et al., 2015). À 3;0, les énoncés à valeur négative d'Ellie ont une longueur moyenne d'énoncé un peu inférieure à 3 mots, ce qui reste relativement élevé compte tenu du nombre de « no » en isolation produits par l'enfant.

4.2.4 Madeleine

A 1;0, Madeleine exprime ses premières négations de manière non-conventionnelle dans plus de 80% des cas mais dès 1;6, les modalités conventionnelles prennent le pas sur les modalités non-conventionnelles (Test Exact de Fisher : $p < 0.001$). Dès

sensibles à la différence entre action et geste et donc entre forme non-conventionnelle et forme conventionnelle. Kendon (1985) conclut ainsi que les locuteurs s'appuient sur le sens en contexte des mouvements produits par un locuteur ainsi que sur la forme que prend ses mouvements pour déterminer s'il s'agit d'un geste ou d'une action. Dans nos analyses, nous avons étendu cette distinction entre action (mouvement non-conventionnel) et geste (mouvement conventionnel) à la distinction entre émissions vocales et mots.

lors les productions non-conventionnelles décroissent en proportion et en nombre au profit des mots et des gestes. A 3;0, le système langagier de Madeleine est dominé par le verbal et les combinaisons gestes/mots qu'elle produit sont, comme pour Ellie, plus complexes qu'au cours des mois précédents (Beaupoil-Hourdel, 2015) avec une diminution du nombre de combinaisons multimodales équivalentes, c'est-à-dire que les deux modalités utilisées pour la construction de l'énoncé ont la même fonction et permettent donc d'exprimer le même sens (Capirci et al., 1996 ; Goldin-Meadow & Morford, 1990 ; Özçalışkan & Goldin-Meadow, 2005).

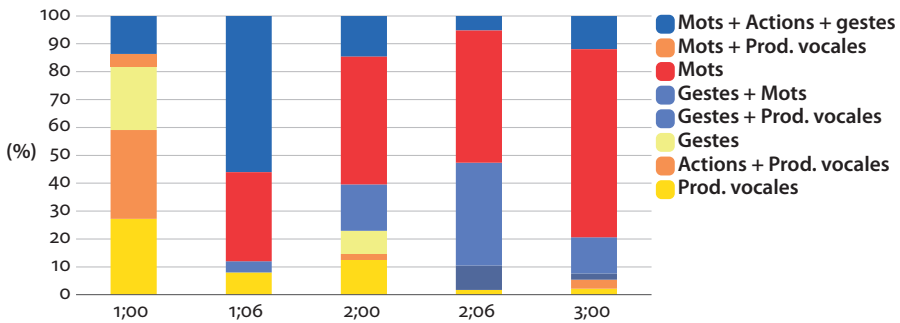


Figure 8. Madeleine, grammaticalisation vocale et combinaison avec la gestuelle (N = 244)

4.3 Répartition des deux patrons gestuels contrastés

Au sein de l'inventaire gestuel de négation, nous allons nous concentrer sur deux des gestes manuels utilisés par les enfants et les parents, sourds et entendants : les gestes de 'paumes vers le haut' d'une part et de secouement de l'index d'autre part. Le geste de secouement de l'index est intégré dans la langue des signes comme un morphème de négation, alors que le geste de 'paumes vers le haut' (et sa déclinaison non-manuelle en haussement d'épaules) conserve selon nous un statut de geste co-verbal, y compris chez les signeurs en LSF.

Bien que ces deux patrons gestuels ('paumes vers le haut' et 'mouvement de l'index') semblent partager les mêmes propriétés formelles chez les quatre enfants, ils ne sont pas utilisés dans les mêmes proportions (Tableau 2). Ainsi Madeleine et Ellie d'une part et Charlotte d'autre part représentent des profils que l'on peut opposer : alors que les enfants non signeurs utilisent relativement peu de mouvements d'index (3 gestes sur cinq sessions pour Ellie et 4 gestes pour Madeleine), l'enfant signeur les utilise davantage (19 gestes sur cinq sessions). Cela est probablement dû au fait que ce geste est aussi un signe de la LSF, il s'agit d'un marqueur de négation conventionnel, présent sous forme grammaticalisée dans son input.

A l'inverse, Madeleine et Ellie utilisent davantage les gestes de paumes vers le haut et haussements d'épaules que ne le fait Charlotte (26 et 19 pour les enfants non signeuses, aucun pour Charlotte dans les sessions représentées) : une des explications possibles est que l'enfant signeuse a à sa disposition d'autres gestes manuels pour exprimer ce type de négation épistémique, comme par exemple les signes et protosignes pour NE-PAS-SAVOIR, IL-N-Y-A-PAS, IL-N-Y-A-PLUS.

Illana se situe entre les enfants signeuses et non-signieuses en ce qui concerne la quantité des mouvements d'index recueillis (8 sur les cinq sessions), mais comme nous l'avons vu précédemment, elle utilise davantage les gestes emblèmes tels que les mouvements de paumes vers le haut avec ou sans haussement d'épaules (26).

Tableau 2. Répartition des deux patrons gestuels chez les quatre enfants

	Age	1;0	1;6	2;0	2;6	3;0	Total
Madeleine	PUShrug	0	0	10	8	8	26
	Index	0	0	1	2	0	4
Ellie	PUShrug	0	9	7	2	1	19
	Index	0	1	0	0	2	3
Charlotte	PUShrug	0	0	0	0	0	0
	Index	1	1	2	6	9	19
Illana	PUShrug	0	8	2	14	2	26
	Index	4	0	2	0	2	8

Afin d'approfondir cette analyse de deux patrons gestuels dynamiques contrastifs, nous avons mené une étude plus détaillée et proposé une piste d'exploration des données de Madeleine. Elle ne produit que très peu de gestes isolés (voir Figure 4). Sa gestualité est donc le plus souvent co-verbale. Les gestes de Madeleine associés à la négation peuvent être repérés pendant qu'ils apparaissent en même temps que des négations verbales comprenant « non » ou « pas ». L'autre raison, plus théorique, qui préside au choix de Madeleine réside dans le fait que sa gestualité étant quasi entièrement co-verbale, on est plus assuré d'une bonne intégration des modalités vocale et gestuelle : les gestes co-occurrents d'une négation verbale ont donc davantage de chance d'être eux-mêmes en lien avec cette négation.

4.4 Sens et schémas d'action chez Madeleine

Le classement sémantique et la description kinésiologique des gestes manuels co-verbaux aux « non/pas » ont été faits en deux temps séparés (et en occultant le codage précédent) pour identifier les indices formels sur lesquels a pu s'appuyer le classement sémantique. Les résultats sont présentés en fonction des traits formels

de la négation gestuelle qui ont été dégagés. Dans un premier temps, nous présentons les invariants de la négation manuelle en termes de *pôles*, c'est-à-dire selon l'une des deux directions de chaque degré de liberté (par exemple, la pronation pour le degré de liberté pronation/supination, présenté en Section 2.3.2). Dans un deuxième temps, nous verrons le codage sémantique et kinésiologique effectué pour Madeleine entre 2;1 et 4;1. Dans un troisième temps, nous détaillons les résultats du codage sémantique. Puis, nous présentons les résultats du codage en schémas d'action évoqué en Section 4.4.1, en lien avec la proportion d'invariants que les gestes présentent pour chacun des patrons contrastifs de négation (ou pôles).

4.4.1 *Les invariants polaires de la négation gestuelle*

Les gestes de négation sont générés soit au niveau de la main soit au niveau du bras (Figure A4). Cette génération se fait selon deux pôles à chaque fois (Pronation Adduction sur la main et Adduction Extension sur le bras). Le premier type de geste diffuse par transfert de mouvement vers les doigts d'un côté et sur l'avant-bras de l'autre. Dans la mesure où les rapports inertiels sont moindres comparés à ceux du bras de part et d'autre de celui-ci, nous faisons l'hypothèse que les gestes relevant de la négation épistémique diffusent vers l'épaule d'un côté (*shrug*) et vers la main de l'autre selon un flux proximal-distal. L'ensemble de ces diffusions sur des segments supports se fait selon des invariants polaires particuliers qui deviennent des pôles de négation. Celui d'origine brachiale rassemble l'expression de l'absence, de l'incapacité, de l'impuissance, de la non-existence, de la disparition et de la négation épistémique, catégories que l'on peut qualifier de dyadiques, ne mettant en jeu que deux entités : le destinataire et l'énonciateur. Nous faisons l'hypothèse que celui d'origine manuelle exprime le refus, le rejet, le déni, l'assertion négative, autant d'expressions qui impliquent trois entités : le destinataire, le destinataire et une troisième entité. Le nombre d'invariants trouvés par geste rend la négativité plus explicite comme nous le verrons pour Madeleine dans les sections suivantes. Ces hypothèses formelles portant sur les deux grandes familles de négation gestuelle présentées ici s'appliquent aussi aux trois autres enfants, y compris pour les signes de négation en LSF, dans la mesure où les formes partagées entre gestualité et signes (voir les Figures A2 et 4) présentent les mêmes pôles invariants.

4.4.2 *Codage complémentaire : sémantique et physiologique*

Un codage de granularité plus fine a été effectué sur les données de Madeleine en raison du nombre élevé de négations verbales qu'elle a réalisées et de sa précocité à produire des énoncés complexes. Il s'agissait de relever et de classer sémantiquement les gestes manuels co-occurents à un lexème verbal exprimant la négation

et contenant soit « non » soit « pas », et de coder les pôles des degrés de liberté des gestes co-occurrents, conformément au modèle exposé précédemment.

Le classement sémantique répartit les occurrences co-verbales en cinq catégories : (1) les actions, (2) les refus ou rejets [Neg. Rejet], (3) les incapacités, impuissances ou négations épistémiques [Neg. Epis.], (4) les autres formes de négation ou composant les deux dernières catégories [Neg. Compo.] et (5) les gestes n'exprimant pas la négation, comme des pointages par exemple. Certains gestes manuels ont été étiquetés comme des négations par la seule présence d'un secouement de la tête (deux cas dans le corpus étudié).

Un autre codage formel – kinésiologique – permet de préciser les degrés de liberté sur quatre segments (main, avant-bras, bras, épaule). Pour chacun de ces degrés de liberté, on distingue la position et le mouvement selon qu'il s'agit du *déplacement* d'un segment (la main par exemple) ou d'un *transfert de mouvement* (voir Section 2.3.3). L'amplitude n'a pas été codée¹¹ dans un premier temps mais les positions intermédiaires (15° de part et d'autre de la position intermédiaire) ont été codées *a posteriori*.

4.4.3 Répartition selon les critères sémantiques

Madeleine effectue 930 négations verbales (« non » et « pas ») dans les sessions étudiées entre 2;1 et 4;1. 132 gestes les accompagnent (14,2%). L'association des négations verbales et des gestes varie selon l'âge. Certains mouvements du corps, comme des pointages par exemple, correspondent à des actions en rapport ou non avec la négation verbale. Ceux-ci composent l'immense majorité (85,48%), à distinguer des gestes symboliques (14,52%). La tranche d'âge entre 2;3 et 2;8 révèle une proportion plus importante de gestes symboliques : entre 20% et 40%.

Le codage sémantique distribue en quatre groupes ces gestes symboliques accompagnant les « non » ou « pas » : 1/ le rejet/refus/déni/assertion négative 2/ la négation épistémique/absence/non-existence, 3/ la négation composée (lorsqu'on ne peut trancher entre rejet et négation épistémique) et 4/ autre que négation, (par exemple un pointage désignant un objet associé à une négation verbale). On ne distingue pas de variation significative selon l'âge entre le nombre (48,15%) de gestes de négation (regroupement des catégories 1 à 3) et le nombre (51,85%) de gestes exprimant autre chose que la négation. En revanche, la prise en compte des quatre catégories en fonction de l'âge montre que la variation entre ces catégories

11. L'orientation changeante de la caméra par rapport à la scène crée des artefacts visuels préjudiciables à la précision de la notation. L'autre élément expliquant l'absence de codage de l'amplitude, tient aux repères visuels auxquels on a généralement recours pour apprécier l'amplitude d'une position ou d'un mouvement : basés sur les rapports de proximité entre les segments du membre supérieur et le corps, ils sont différents pour le corps d'un enfant et changent entre 2 et 4 ans.

est significative (ANOVA, $F(3, 60) = 8.46, p < 0.00009$). Il y a donc bien un effet catégoriel sur le nombre d'items en fonction de l'âge.

Ainsi, le codage sémantique montre que l'on est en face de gestes symboliques pour ces deux catégories (*négation* ou *autre que négation*) marquant la relative banalisation des gestes associés de négation verbale entre 2 et 4 ans, alors que les gestes exprimant autre chose que la négation (pointage par exemple) sont prédominants avant 2 ans (Guidetti, 2005). En revanche, les proportions de chacune de ces catégories évoluent de manière significative entre 2 et 4 ans, répondant en cela aux observations de Choi (1988) sur l'acquisition étalée dans le temps des types de négation chez les enfants français, coréens et anglais. Par delà cette variation selon l'âge, intéressons-nous maintenant aux traits formels pouvant expliquer la labellisation différenciée des gestes.

4.4.4 Répartition selon les critères formels

Rappelons les invariants polaires attendus pour les trois catégories de négation dans le Tableau 3.

Tableau 3. Identification polaire des trois types de négation sur les segments du membre supérieur

	Sur la main	Sur l'avant-bras	Sur le bras, épaule	Nombre de traits max.
Neg. Rejet	Pro et/ou Add	Rot. Ext. et/ou		≤ 4 traits polaires
Neg. Epis.	Supi et/ou Exten Hand	Exten Forearm	Add Arm et/ou Exten Arm + Shrug	≤ 7 traits
Neg. Compo.	Pro/ Add/Exten	Rot. Ext./Exten	Add/Exten/Shrug	≤ 8 traits

4.4.4.1 *Sur la main.* Pour les gestes de [Neg. Rejet] (Figure A5), le trait **PRO** (Figure 1) représente plus de 84% du degré de liberté pro/supi : pour les six cas de position intermédiaire (Inter Pro/Supi : 15,8%), cinq correspondent à des gestes associés à un secouement de tête, expliquant leur classement dans la catégorie [Neg. Rejet], le sixième cas est accompagné d'une action (l'enfant écarte en même temps la main de son père). Aucune supination n'apparaît pour cette catégorie sémantique.¹² L'autre trait invariant manuel attendu **ADD HAND** (Figure 1) apparaît dans 76,3% de ce degré de liberté Add/Abd de la main. On a une abduction dans deux cas seulement pour lesquels une pronation est associée.

12. Rappelons qu'une répartition statistique normale devrait voir 41,66% des gestes en pronation entre 90° et 15°, 16,33% entre une pronation de 15° et une supination 15° et 41,66% des gestes en supination.

Pour la négation épistémique (Figure A5), la supination (**SUPI**) et l'extension (**EXTEN HAND**) attendues apparaissent respectivement dans 84,2% et dans 68,4% des cas. On ne relève aucune flexion manuelle, et les six cas de position intermédiaire présentent, pour la moitié d'entre eux un mouvement ou une position de supination, et pour l'autre moitié un *shrug*.

4.4.4.2 Sur l'avant-bras, sur le bras et l'épaule. Dans la Figure A6, la rotation extérieure constitue bien un trait invariant de la [Neg. Rejet], pour 78.9% des cas. Le *shrug* apparaît dans une proportion importante pour les négations épistémiques (42.1%) et composites (37.5%), alors qu'il est quasi absent pour les deux autres catégories formelles (2.6% et 7.1%). Le *shrug* constitue une échappatoire pour les gestes générés sur le bras, segment à grande inertie, qui peut transférer son mouvement alors qu'il n'atteint pas son amplitude maximale.

Les gestes de [Neg. Rejet] générés sur la main répondent à une propagation différente : le transfert du mouvement vers l'avant-bras est d'autant plus aisé que les mouvements de la main se doublent d'un effet de levier lorsque la butée articulaire est atteinte. L'autonomie apparente de la main cache le fait qu'elle est avant tout un réceptacle de sens (support) pour les gestes structurés sur le bras.

Nous avons vu les schémas d'action propres à chaque type de négation se déployer sur tout ou partie du membre supérieur. Le modèle de structuration de la signification gestuelle présenté plus haut est véritablement à l'œuvre chez Madeleine et, mis à part les quelques ajustements que nous venons de faire, les pôles invariants des deux types de négation sont présents.

5. Conclusion

Les analyses réalisées dans cet article mettent en évidence que la négation est bien un thème d'étude pertinent pour une conception élargie du langage comme système qui intègre un large ensemble de ressources sémiotiques. Nous observons que les quatre enfants produisent une gestualité partagée qui se combine avec les langues cibles pour l'expression bimodale de la négation. En outre, les deux enfants signeuses produisent des formes de négation gestuelle qui se grammaticalisent progressivement avec l'âge. Les deux autres enfants évoluent dans une famille monolingue française (Madeleine) ou anglaise (Ellie). N'étant pas exposées à la langue des signes, ces enfants présentent une évolution de leur négation gestuelle différente de celle des deux enfants signeuses. Cependant, les deux enfants signeuses ont des stratégies différentes dans leur développement, qui, outre la variation individuelle, nous semblent liées à la spécificité des interactions avec leurs

parents : à dominante monolingue monomodale (Charlotte) *versus* à dominante bilingue bimodale (Illana).

Ainsi, en étudiant plus précisément deux types de gestes partagés dans l'expression de la négation, les mouvements de l'index et les mouvements de paume en supination (associés à des haussements d'épaules) nous avons montré que leur proportion respective était en lien avec la place que chacun de ces gestes prenait dans l'émergence d'une grammaire de la négation dans la ou les langues et modalités cibles.

Nous avons recherché, au-delà des différences d'environnement modal et langagier, des invariants formels, liés à la négation gestuelle, qui apparaissaient chez les quatre enfants. Ces invariants se déclinent en deux patrons gestuels contrastifs. L'expression gestuelle de la négation épistémique prend sa source sur le bras, avec un mouvement d'adduction – vers les hanches – et d'extension – vers l'arrière. L'autre type de négation gestuelle prend sa source sur la main et a un lien avec la préhension et la manipulation manuelle (Leroi-Gourhan, 1964). Ce type gestuel est davantage lié à l'action sur le monde. Le déni, le refus, le rejet et les assertions négatives ont en commun les invariants gestuels suivants : pronation et adduction.

Les gestes et les signes de négation rencontrés dans les corpus et répartis dans la littérature selon deux familles (supination et pronation) partagent donc selon nous des invariants formels polaires. La forme des signes de négation est davantage conventionnalisée en LSF qu'elle ne l'est en gestualité partagée, mais gestes partagés et signes lexicaux respectent ces invariants polaires qui constituent dès lors un possible lieu sémantisé de négation, se déclinant en sous-types de négation.

Cette proposition d'origine apparemment commune – en tout cas partagée – entre gestes (dits 'coverbaux') et signes (des lexiques propres aux langues des signes) pour l'expression de la négation doit être testée dans l'ensemble de nos données enfantines d'une part (en ajoutant les sessions non prises en compte, ainsi que les enfants non pris en compte des corpus CoLaJe et Signes en Famille), et pour d'autres langues des signes, d'autre part.

Elle pourrait par ailleurs être étendue à l'expression de l'affirmation (complémentaire de la négation). Si l'expression gestuelle de l'affirmation révèle également une origine formelle commune entre gestes et signes à un niveau kinésiologique polaire complémentaire, alors un système d'opposition sémantique s'ajouterait à un système d'opposition polaire formel et l'étude systématique de ce système constituerait une piste de recherche innovante. Un début de structuration catégorielle pourrait apparaître pour la gestualité.

Remerciements

Nous remercions Fanny Limousin pour sa contribution à des étapes antérieures de notre collaboration autour de l'expression de la négation, et nous remercions nos relecteurs anonymes pour leurs suggestions et conseils avisés. Cette recherche a été financée par une bourse de la Fondation Nationale Russe de la Recherche attribuée à l'université linguistique de Moscou (projet no. 14-48-00067).

References

- Anderson, D., & Reilly, J. (1998). The puzzle of negation: How children move from communicative to grammatical negation in ASL. *Applied Psycholinguistics* 18, 411–429.
doi: 10.1017/S0142716400010912
- Andrén, M. (2010). *Children's Gestures from 18 to 30 months*. PhD thesis. Lund University: Centre for Languages and Literature.
- Armstrong, D. F., Stokoe, W. C., & Wilcox, S. E. (1995). *Gesture and the nature of language*. Cambridge: Cambridge University Press. doi: 10.1017/CBO9780511620911
- Baker-Shenk, C. L. (1983). *A Microanalysis of the Nonmanual Components of Questions in American Sign Language*. Unpublished dissertation, University of California, Berkeley, CA.
- Beaupoil-Hourdel, P., & Debras, C. (2017). Developing communicative postures: The emergence of shrugging in child communication. *LIA* 8(1). doi: 10.1075/lia.8.1.05bea
- Beaupoil-Hourdel, P. (2015). *Acquisition et expression multimodale de la négation. Etude d'un corpus vidéo et longitudinal de dyades mère-enfant francophone et anglophone*. Thèse de Doctorat Sorbonne Nouvelle, USPC, Paris.
- Beaupoil-Hourdel, P., Boutet, D., & Morgenstern, A. (2015). A child's multimodal negations from 1 to 4: the interplay between modalities. In P. Larrivée & L. Chungmin (eds). *Negation and polarity: Experimental perspectives, language, cognition, and mind* (pp. 95–123). Cham: Springer International Publishing Switzerland.
- Benazzo, S., & Morgenstern, A. (2014). A bilingual child's multimodal path into negation. *Gesture*, 14(2), 174–202. doi: 10.1075/gest.14.2.03ben
- Blondel, M. (2009). Acquisition bilingue LSF-français. L'enfant qui grandit avec deux langues et dans deux modalités. *AILE/LIA* 1, 169–94.
- Boutet, D. (2001). *Approche morpho-dynamique du sens dans la gestuelle conversationnelle*. Thèse de Doctorat, Université de Paris VIII, Paris.
- Boutet, D. (2008). Une morphologie de la gestualité : structuration articulaire. *Cahiers de linguistique analogique* 5, 80–115.
- Boutet, D. (2010). Structuration physiologique de la gestuelle : modèle et tests. *Lidil* 42, 77–96.
- Boutet, D. (2015). Conditions formelles d'une analyse de la négation gestuelle. *Vestnik of Moscow State Linguistic University, Discourse as social practice: priorities and prospects* 6(717), 116–129.
- Bressem, J. (2013). A linguistic perspective on the notation of form features in gesture. In C. Müller, A. Cienki, E. Fricke, S. H. Ladewig, D. McNeill & S. Teßendorf, *Body – Language – Communication. An International Handbook on Multimodality in Human Interaction* Vol.1 (pp. 1079–1098). Berlin: Mouton de Gruyter.

- Bressem, J., & Müller, C. (2014). The family of AWAY-gestures. In C. Müller, A. Cienki, E. Fricke, S. H. Ladewig, D. McNeill & J. Bressem (eds). *Body – Language – Communication. An International Handbook on Multimodality in Human Interaction Vol.2* (pp. 1592–1604). Berlin: Mouton de Gruyter.
- Calbris, G. (1990). *The Semiotics of French Gestures. Advances in semiotics*. Bloomington: Indiana University Press.
- Calbris, G. (2011). *Elements of Meaning Gestures*. Amsterdam, Philadelphia: Benjamins
doi: 10.1075/g5.5
- Capirci, O., Iverson, J. M., Pizzuto, E., & Volterra, V. (1996). Gestures and words during the transition to two-word speech. *Journal of Child Language* 23(03), 645–673.
doi: 10.1017/S0305000900008989
- Cartmill, E. A., Rissman, L., Novack, M., & Goldin-Meadow, S. (2017). The development of iconicity in children's co-speech gesture and homesign. *LLA* 8(1), 45–70.
- Choi, S. (1988). The semantic development of negation: a cross-linguistic study. *Journal of Child Language* 15, 517–532. doi: 10.1017/S030500090001254X
- Darwin, C. (1872). *The Expression of the Emotions in Man and Animals*. London: John Murray.
doi: 10.1037/10001-000
- Debras, C. (2013). *L'expression multimodale du positionnement interactionnel (multimodal stance-taking) étude d'un corpus oral vidéo de discussions sur l'environnement en anglais britannique*. Thèse de Doctorat Paris 3, Paris.
- Ellenberger, R. L., Moores, D. F., & Hoffmeister, R. J. (1975). *Early stages in the acquisition of negation by a deaf child of deaf parents*. Research report (94), Research development and demonstration center in the education of handicapped children, University of Minnesota, MN.
- Emmorey, K., Borinstein, H. B., Thompson, R., & Gollan, T. H. (2008). Bimodal bilingualism. *Bilingualism. Language and Cognition* 11(1), 43–61.
- Franklin, A., Giannakidou, A., & Goldin-Meadow, S. (2011). Negation, questions, and structure building in a home sign system. *Cognition* 118(3), 398–416.
doi: 10.1016/j.cognition.2010.08.017
- Fusellier-Souza, I. (2001). La création gestuelle des individus sourds isolés. De l'édification conceptuelle et linguistique à la sémiogenèse des langues des signes. *AILE* 15, 61–96.
- Goldin-Meadow, S., & Morford, M. (1990). Gesture in early child language. In V. Volterra & C. Erting (eds.), *From gesture to language in hearing and deaf children* (pp. 249–262) Cham: Springer. doi: 10.1007/978-3-642-74859-2_20
- Goldin-Meadow, S., & Mylander, C. (1998). Spontaneous sign systems created by deaf children in two cultures. *Nature* 91, 279–281. doi: 10.1038/34646
- Guidetti, M. (2005). Yes or no? How do young children combine gestures and words to agree and refuse. *Journal of Child Language* 32, 911–924. doi: 10.1017/S0305000905007038
- Kendon, A. (1985). *Behavioural foundations for the process of frame attunement in face-to-face interaction* (pp. 229–253). London: Academic Press.
- Kendon, A. (2004). *Gesture: Visible Action as Utterance*. Cambridge: Cambridge University Press. doi: 10.1017/CBO9780511807572
- Leroi-Gourhan, A. (1964). *Le Geste et la parole. Technique et langage*. Paris: A. Michel.
- Levinson, S. C. (1996). Frames of reference and Molyneux's question: Crosslinguistic evidence. In P. Bloom, M. Peterson, L. Nadel, & M. Garrett (eds.), *Language and space* (pp. 109–169). Cambridge, MA: MIT Press.

- Limousin, F. (2011). *Acquisition de la référence personnelle en LSF: Analyse longitudinale des pointages, des formes nulles et des noms signés chez une enfant sourde de parents sourds*, Thèse de doctorat, Université de Paris VIII.
- McNeill, D. (2014). Gesture-speech unity. Phylogenesis, ontogenesis, and microgenesis. *LIA* 5(2), 137–184. doi: 10.1075/lia.5.2.01mcn
- MacWhinney, B. (2000). *The CHILDES Project: Tools for analyzing talk* (3rd Ed.), Vol. 2: The Database. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Millet, A., Khayech, M., & Blondel, M. (2016.). Catégoriser les labialisations en LSF et LST : emprunts, pratiques bilingues, ou changement linguistique? *Cahiers de linguistique*42(2), 167–175.
- Morgenstern, A., & Parisse. C. (2012). The Paris Corpus. *French Language Studies* 22(1), 7–12. doi: 10.1017/S095926951100055X
- Özcalışkan, S., & Goldin-Meadow, S. (2005). Gesture is at the cutting edge of early language development. *Cognition* 96(3), 101–113. doi: 10.1016/j.cognition.2005.01.001
- Payrató, L. (1993). A pragmatic view on autonomous gestures: A first repertoire of Catalan emblems. *Journal of Pragmatics*, 20(3), 193–216. doi: 10.1016/0378-2166(93)90046-R
- Perniss, P. M., Pfau, R., & Steinbach, M. (2007). *Visible variation: Cross-linguistic studies in sign languages*. Berlin: Mouton. doi: 10.1515/9783110198850
- Pfau, R. (2002). Applying morphosyntactic and phonological readjustment rules in natural language negation. In R. P. Meier, K. Cormier & D. Quinto-Pozos (eds.), *Modality and structure in signed and spoken languages* (pp. 263–295). Cambridge: Cambridge University Press. doi: 10.1017/CBO9780511486777.014
- Pfau, R. (2008). The grammar of headshake: A typological perspective on German Sign language negation. *Linguistics in Amsterdam* 1, 37–74.
- Sloetjes, H., & Wittenburg, P. (2008). Annotation by Category: ELAN and ISO DCR. In *LREC*. Consulté à l'adresse http://lrec-conf.org/proceedings/lrec2008/pdf/208_paper.pdf
- Stokoe, W. C. (2005) [1960]. Sign Language Structure: An Outline of the Visual Communication Systems of the American Deaf. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 10(1), 3–37. doi: 10.1093/deafed/enio01
- Streeck, J. (1994). Gesture as communication II: The audience as co-author. *Research on Language and Social Interaction*, 27(3), 239–267. doi: 10.1207/s15327973rlsi2703_5
- Streeck, J. (2009). *Gesturecraft: The manu-facture of meaning*. Amsterdam: Benjamins. doi: 10.1075/g5.2
- Tuller, L., Blondel, M. & Niederberger, N. (2007). Growing up in French and French Sign Language. In D. Ayoun (ed.), *The Handbook of French Applied Linguistics* (pp. 334–376). Amsterdam: Benjamins. doi: 10.1075/lllt.16.17tul
- Yang, J. H., & Fisher, S. (2002). Expressing negation in Chinese Sign Language. *SLL* 5(2), 167–202.
- Zeshan, U. (2006). Negative and interrogative constructions in sign languages: A case study in sign language typology. In U. Zeshan (ed.), *Interrogative and negative constructions in sign languages* (pp. 28–68). Nijmegen: Ishara Press.

Abstract

This paper presents a comparison of the expression of negation in four children up to 3 years old from a variety of linguistic environments: either predominantly monolingual (English, French, LSF) or bilingual (LSF-French), either predominantly unimodal (visual-gestural modality with LSF) or bimodal (visual-gestural and audio-vocal). We explore the gesture-sign interface as we describe the emergence and development of a multimodal gestural expression according to whether the target language incorporates gesture in its grammar (LSF) or does not (English, French). We focus on two gestures present in the productions of the four children in order to determine its kinesiological core features through “contrastive gestural patterns”. Our analyses enable us to differentiate the gestural expressions of negation into semantic subsets and highlight differences in their acquisition.

Adresses des auteurs

Marion Blondel
5 parc de la Bresle
76130 Mont Saint Aignan
France

marion.blondel@cns.fr

Dominique Boutet
140 rue de Belleville
75020 Paris
France

dominique_jean.boutet@orange.fr

Pauline Beaupoil-Hourdel
3 rue Jean-Baptiste Clément
94800 Villejuif
France

pauline.beaupoil@sorbonne-nouvelle.fr

Aliyah Morgenstern
12 rue St Fiacre
75002 Paris

Aliyah.Morgenstern@sorbonne-nouvelle.fr

**Morgenstern A., Blondel M., Beaupoil-Hourdel P., Benazzo S., Boutet D., Kochan, Limousin F.,
The blossoming of negation in gesture sign and oral productions in Hickmann et
Veneziano (Eds), *Sources of Variation in First Language Acquisition: Languages,
contexts, and learners*, John Benjamins, 22, 2018, 339-363**

The blossoming of negation in gesture, sign and oral productions

Aliyah Morgenstern¹, Marion Blondel², Pauline Beaupoil¹, Sandra Benazzo², Dominique Boutet³, Angelika Kochan⁴ and Fanny Limousin⁵

¹Laboratoire Langues, Textes, Arts et Cultures du Monde Anglophone Université Sorbonne Nouvelle Paris 3 / ²Laboratoire Structures Formelles du Langage, CNRS & Université de Paris 8 / ³Université de Rouen & Dynamiques Sociales et Langagières / ⁴Ecole Normale Supérieure, Lyon / ⁵Georgetown University

Negation constructions in longitudinal adult-child data are an excellent source for the study of multimodality in language acquisition. First negative constructions seem to take over from early forms of rejection and avoidance, but tracing the transitions between actions and gestures, and between gestures and signed or spoken expressions in young children is quite complex. We focus on multimodal analysis of negation in the productions of five children between the ages of 0;10 and 3;6 interacting with their parents in various linguistic environments (monolingual French, monolingual English, monolingual LSF, bilingual French/LSF, bilingual French/Italian). We present the individual multimodal path of each child, illustrate the continuum between actions, gestures and signed/spoken constructions and analyze the common trend that leads children into symbolic communication through multi-semiotic means of expression.

Keywords: negation, multimodality, gestures, sign language, language acquisition

Introduction

By comparing five children acquiring one or two languages in one or two modalities, the goal of this paper is to highlight the importance of taking into consideration all semiotic means of expression when we analyze interactions in developmental studies, with a focus on forms of negation expressed through visual means.

Stern and Stern (1928) had already noticed how early “no” and its equivalents were used in language acquisition, and there has been a whole lineage of valuable

scientific literature on that topic. However, actions and gestures interpreted as negative in dialogue have not thoroughly been included in developmental research on negation. Tracing the transitions or complementarities between actions, gestures, and verbalized/signed expressions in very young children, and apprehending the function of each modality can be quite complex. In this paper, we propose to conduct comparative analysis in children who are surrounded by speech or by sign in order to take into account the multimodal aspect of negation in dialogue and to better grasp the possible transitions and continuities between actions, gestures and words or signs.

This paper will focus on multimodal analysis of negation in the longitudinal data of five children interacting with their parents in monolingual French, monolingual English, monolingual LSF, bilingual French/LSF, bilingual Italian/French. We chose to focus on unimodal monolinguals, bilinguals, and a bimodal bilingual child in order to analyze the use of gestures of negation in those different linguistic situations. Gestures have been found to be more frequent in bilingual situations (Nicoladis 2007; Benazzo & Morgenstern 2014), and it could be even more interesting in the case of bilingual bimodal children (Kanto et al. 2015) since gestures could be addressed both to speaking and signing adults. We will first present the research issues, within an overview of the literature. We will then introduce our data and coding. The results of our analysis for each child will be followed by our concluding comments.


1. Literature review and research issues

1.1 Negation and language acquisition

All human beings (Horn 2001, xiii) use negation as a pragmatic tool for a whole set of functions, including refusal, denial, prohibition, and even affirmation in anaphoric negation (Wode 1977; Bloom 1991). The study of negation is especially fruitful in the context of language acquisition. Children learn how to use negation as a tool to express their needs, their desires, and ultimately, their will, which is part of establishing their own identity (Morgenstern 2006: 10).

The study of children's acquisition of negation calls for a system of categorization based on the forms produced and the functions these fulfill in children's utterances. The first studies on the topic consisted of structural descriptions of negative markers used by children (cf. Bellugi 1967). Soon thereafter, McNeill and McNeill (1968) turned the focus of analysis to the semantic content of these negative types. Bloom (1970) proposed a succinct model for the semantic values of negative markers, a model which was expanded by Choi (1988).

These models, although thorough in describing children's development of negation in terms of the relation between syntax and semantics, did not incorporate



socio-pragmatic factors undeniably present and central in children's interactions. The functions of negation are numerous and subsequent researchers have tried to organize them into typologies in order to account for their emergence and development. In their 1968 typology, McNeill & McNeill classified children's spoken productions into categories dealing with the syntactic and semantic value of the negation. Their three categories were existence/truth, external/internal, and entailment/nonentailment. Volterra and Antinucci's study (1979) was the first to propose a pragmatic typology of the acquisition of negation. It was divided into four categories and the authors convincingly demonstrated that children are able to understand the notion of polarity around 1;6. Later, Choi (1988) and more recently Cameron-Faulkner and colleagues (2007) conducted thorough multilevel corpus-driven analyses and created typologies that drew distinctions between negative functions (refusal, denial, failure, epistemic negation, non-existence, and negative assertion). In line with Volterra and Antinucci (1979), they classified the occurrences according to syntactic, semantic, and pragmatic parameters.

These studies on children's negative spoken productions have shown that *no* is the most consistently used word throughout the single word utterance period (Pea 1980: 170) and that the first negative functions children express are rejection, refusal and protest (Spitz 1957; Bloom 1970; Clark 1978; Vaidyanathan 1991). Children are shown to use spoken productions for negation around 1;07 (Tomasello 2003: 228–229). Other studies analyzed children's actions and gestures used before they speak and have shown that children express negation long before 1;07. Spitz (1957) observed that first negative constructions emerge thanks to early actions of rejection and avoidance. Guidetti (2005) demonstrated that gestures of negation are among the first symbolic gestures used by children.

h 
; Dodane &
Massini-
Cagliari 2010

The necessity for the advent of functional categories in children's use of negation was first approached from a purely syntactic perspective, and later from a syntactic/semantic perspective, before being considered through a more integrative model which includes pre-verbal categories and takes gesture into account. Gesture is a cornerstone in the development of negation, and should not be neglected. Clark and Clark (1977) report that the first expressions of negation are gestural, possibly combined with one word (op.cit.: 348).

1.2 The action-gesture-word relation

According to Darwin (1872), habitual gestures, such as the headshake, have become associated with the movement of certain muscles. Darwin argues that the association between the intention behind the movement and the movement itself is so strongly imprinted in the mind that it becomes natural to perform that gesture with its corresponding intention. Mimetic schemas for imitable actions,

shared representations of objects that can be manipulated, ground the acquisition of children's first gestures and first words or signs (Zlatev et al. 2005). In addition, evidence from brain and behavioral studies shows that language use engages motor representations and that through complex imitation, manual-gestural communication in social interaction leads to spoken language (Arbib 2012). Despite the links drawn between actions, gestures and words, the literature has focused mostly on words and (less frequently) on gestures.

Some researchers claim that there is an initial period when children produce communicative symbolic gestures independent of speech. In this initial stage, gestures are unaccompanied by speech sounds (cf. Bates et al. 1979; Butcher & Goldin-Meadow 2000). However, gestures are not a sole modality of expression for long – as soon as children can break into the verbal realm, they learn to coordinate the two modalities within a single utterance. This shift from the gestural to the verbal does not necessarily attest to the child's preference for one modality over the other, but more likely takes place because of the abundance of verbal information in the child's input (Bates et al. 1979) and how adults reformulate children's actions and gestures into speech in their own conversational turns (Morgenstern & Beaupoil 2015).

Other studies on the gesture-word relation have highlighted that symbolic gestures tend to develop in tandem with early words, which could mean that they are a manifestation of the same cognitive development (Kita & Özyürek 2003). For a number of children, gestures seem to represent an alternative means of expression until the verbal means for the same function are available (Acredolo & Goodwyn 1988). In the same vein, it has been observed that cross-modal combinations (1 word + 1 gesture) allow the child to overcome what the authors call "linguistic limitations" in the transition to the two-word stage (see Capirci et al. 1996 on Italian children aged 1;04 – 1;08).

In the continuity of these studies on the use of the gestural modality as complement or in the place of the spoken modality, Guidetti (2005) demonstrates that, aside from pointing, gestures of agreement and refusal are the first symbolic gestures used by children, although the verbal modality for such functions takes precedence already by 2;00.

1.3 Gestures of negation and signs

The study of the expression of negation via gesture is gaining ground, as is shown in Kendon's (2002) study of the headshake, or Calbris (2005) and Harrison's (2010) studies of manual gestures of negation. Of particular interest in these studies are the semantic values associated with adult gestures. However, in children's first uses of gesture, the forms are not this finely articulated – a horizontal movement of the hand will not be as clear-cut as the adult version – perhaps because these are

cultural acquisitions that serve as intensifiers in speech or as an expression of attitudes about what is said, or as a form of meta-language (as Kendon 2002 argues). It is only once the foundations of speech have been acquired that children can supplement their expressions with the specific co-verbal gestures described in the analysis of adult negations such as the palm down horizontal sweeping gestures (Harrison 2010). The child's frequent and stubborn refusals are often accompanied by body movements and actions that cannot be analyzed easily with the tools developed by authors specialized in adult interaction and very specific co-verbal gestures.

The first symbolic intentional gesture expressing negation with more controlled movements and without any contact with an object is the headshake (Beaupoil-Hourdel 2015). The headshake, like all movements recognized as "gestures", is an excursionary movement, wherein the body returns to its initial position after the gesture is completed (Kendon 2004: 149). This distinguishes headshakes from head turns, which are not considered gestures, but rather gesticulations (following Kendon's Continuum, Kendon 1988; McNeill 1992).

The headshake is one of the most widely recognized head gestures. It is an emblematic gesture – a gesture that has "a direct verbal translation or dictionary definition, usually consisting of a word or two or perhaps a phrase" (Kendon 2004: 96).

Other gestures are also used by children to express negation, but these occur less frequently in the data. There are a few instances of the shrug, which has been called an "emblem" (Ekman & Friesen 1969) or a "quotable gesture" (Kendon 2004: 335) with a stable, conventionalized meaning that can be reformulated by a spoken phrase within a given culture. The shrug is defined not only as an instance of lifted shoulders but more broadly as a "compound enactment" (Streeck 2009: 189) which can combine palm-up flips, lifted shoulders, and a lateral head tilt. We have a few occurrences of shoulder shrugs and/or open arms palms up open hands that indicate lack of knowledge or absence. In British and American Sign Languages, shrugs and palm ups are not classified as signs (Sutton-Spence & Woll 1999 for BSL; Shaw 2013 for ASL) but as a gesture. We observed the same use in our LSF data and have adopted the same classification. We have also coded some instances of index waves, which are conventional gestures of negation in French and Italian and are incorporated in LSF as signs of negation. They were counted as Shared Gesture Sign (SGS). According to Emmorey (2002: 184), only the headshake is used by both hearing and deaf children to mean "no" during their first year. As the form of the headshake used as a gesture in isolation during the first year is similar to the sign used in ASL (and LSF), one hypothesis is that it should, therefore, be used in signed productions as soon as children enter signed syntax. However, Anderson & Reilly (1997) found that the deaf children in their study first used index waves around 18 months in their signed productions. Headshakes are only produced sporadically and in isolation at first and then added to the manual sign of negation between 1;07

to h

and 3;04. In adult LSF, the headshake and index wave are very often used together in negative productions. Limousin (2011) found that Charlotte, the deaf little girl analyzed in this paper, used headshakes and index waves as early as 1;00 but always in isolation and never at the same time. At 2;00, she started combining these with predicates, she used negative verbs with incorporated negations expressed in the direction of the movement (NE-PAS-AIMER ‘don’t like’, NE-PAS-VOULOIR ‘not want’, NE-PAS-SAVOIR ‘not know’), and she also combined headshakes and index waves in synchrony as in adult language.

The ‘No’ headshake and the shrug combined with palm up (signaling ‘all gone’ (disappearance), ‘I don’t know’ or ‘there is no X’) are conventional gestures, first, since their meaning is culturally specific and they must be learned as such by children in the same types of situations as words or signs, but also because they are produced without contact with objects and are thus ‘decontextualized’.

1.4 First expressions of negation: The role of actions

Volterra et al. (2004: 9) suggest that vocal and gestural symbols emerge around the same time. Groundbreaking work has been done, notably by Pea (1980), whose aim was to describe the transition period from nonverbal to verbal negation. He was also one of the few researchers to treat both on equal terms. However, the earliest manifestations of negation are not “gestural”, or representational and symbolic, but more accurately described as **bodily** movements that derive from natural expressions and will become re-organized as culturally specific gestures later on (Morgenstern & Beaupoil 2015). These forms of negation have largely been ignored in the modern psycholinguistic approach. There is a need to clarify the difference between children’s actions, interpreted as negative and reformulated in their speech turns by their interlocutor, and symbolic gestures which are used by the child’s surrounding cultural and linguistic community to convey negative meaning.

In this study, we are particularly interested in children’s non-conventional body movements expressing negation, which we call “actions”, that are interpreted in dialogue by their addressees as negations. Those actions interpreted as negative are non-conventional body movements that are primarily non communicative and are used either to act on an object or on a person, or to move away, kick away, or avoid.

The aim of this paper is to trace children’s pathways from actions interpreted as negations in context to multimodal expression of negation in full bloom. Despite semiotic and linguistic factors of variation such as the expressive modality (spoken or signed) or the environment (monolingual or bilingual), we will try to point to possible common trends in children’s entry into the use of negation.

2. Data¹ and method

2.1 Data

We will focus on multimodal analysis of negation in the productions of five children – Madeleine (monolingual French), Ellie (monolingual British) Antoine (bilingual French/Italian), Charlotte (Limousin 2011), a deaf signing child with input in French Sign language (LSF langue des signes française), and Illana (Tuller et al. 2007), a hearing bilingual bimodal child in contact with French and LSF. Longitudinal data were collected from four of the children between the ages of 0;10 and 3;00, and for one from 1;5 to 3;6. The children were filmed during interaction with their parents in various linguistic environments. Four children were filmed once a month for one hour including Illana who was mostly filmed in a bilingual, bimodal environment. Antoine (Benazzo & Morgenstern 2014) was filmed once a month with his French father and once a month with his Italian mother and recordings started six months later than for the other children. We used the videos and the transcriptions when they were available.² The entire data is spontaneous; we added no experimental design. A specific coding system was developed, combining the use of CLAN and ELAN with the video data and the transcriptions in order to make micro and macro analysis of the functions of the different forms of negation according to context in dialogue.

For this study we restricted the data to a one hour session every six months (two sessions for Antoine, one in each language), between the ages of 1 and 3 years for the five children, (except for Antoine for whom sessions started at 1;6). Consequently, we were able to code 30 hours of data.

Table 1. Recordings and negative productions of the five children

	Negative productions	Hours of video
Ellie	256	5
Madeleine	202	5
Charlotte	117	5
Illana	216	5
Antoine	174	10
Total	965	30

1. The data used in this study is part of the Projet ANR CoLaJE <<http://colaje.scicog.fr>>, a project funded by the French National Agency, see Morgenstern & Parisse 2012.

2. The data in sign language was not entirely glossed but was tagged for negations.

2.2 Method

We followed a three-step coding process:

1. Recordings and transcriptions were analyzed in CLAN (spoken data) and ELAN (signed and spoken data) to find all forms of negation. They were all listed in a shared document and circulated among the members of the *Negation Project*³ who coded the data.
2. Coding was done in excel grids in order to make micro and macro analysis of the type of modality functions of the ~~different~~ forms of negation according to context in dialogue.
3. Detailed analysis was conducted for certain extracts in ELAN for gestures or their timing with vocal productions; in our follow-up study we will try to correlate forms and functions with prosodic contours using PRAAT and phonological content using PHON.

various

Coding was done collectively for 20% of the data by the authors, a dynamic coding guide was devised and shared, and any issues raised by each coder were solved collectively during our regular meetings. The only forms included in the quantitative and qualitative analysis were those that could be interpreted in the dialogic context as being negations. Headshakes that were not interpreted as instances of negations but as movements of the head from right to left with no specific negative meaning, for example, were not counted. We used our own interpretation in context and the adults' previous and subsequent turns in order to code the data.

The negative functions (refusal, rejection, absence, denial, negative assertion, epistemic negation, and prohibition) were coded according to three types of forms:

- a. Actions such as pushing away an object.
 - (1) Ellie 1;2
 Mother: Do you want some milk?
 Ellie: pushes the glass of milk away
 Mother: No? OK.
- b. Symbolic conventional gestures (headshake for refusal, shoulder shrug and extended arms and palms up for epistemic negation and for absence);
- c. Speech or sign in each language included, for example, in French: *non, pas, y a plus, rien*; in Italian: *no, non, più, niente*; in English: *no, don't, not anymore, nothing*; in LSF: IL-N-Y-A-PAS 'none' or NE-PAS-VOULOIR 'don't want'.

3. All the authors of this paper were part of the Negation Project. The forms coded were based on our literature review and then enriched thanks to Beaupoil-Hourdel's PhD dissertation (2015), and the various studies on negation published by the members of the project (Benazzo & Morgenstern 2014; Beaupoil-Hourdel et al. 2015; Morgenstern & Beaupoil 2015; Morgenstern et al. 2015).

We thus made a distinction between actions and gestures, but the difference between the two categories is not always easy to draw when it comes to young children. We coded the child's behavior as an action when the movement produced by the child was a reaction to the environment rather than being intentional and conventionalized, as in the following example:

- (2) Ellie, 1;10 with MOT (mother) and GDM (grandmother)
- *MOT⁴: How many are there Ellie?
- *GDM: Shall we count?
- *CHI: 0.⁵
- %act: CHI moves forward and looks at the book GDM is holding.
- *GDM: one +...
- *CHI: 0.
- %act: **CHI touches the book and tries to take it.**
- *GDM: Two (.) oh no!
- *CHI: 0.
- %act: **CHI takes the book in her hands and closes it.**

In the example above, Ellie is engaged in a shared book reading activity with her grandmother. The grandmother suggests they count the number of horses on the page and the child's actions show her intention not to get involved in this activity. Her actions have a negative meaning for the addressee and we coded them as a refusal and then as a protest. She uses her body to express her refusal to start the activity but her postures and movements are not part of the systematic conventional system used by her cultural community to express disagreement. Therefore, we coded these occurrences as actions and not as gestures.

In Example (3), however, Ellie does not use actions to convey her negations but the gestural modality in the shape of a headshake. Kendon (2002) has shown that this gesture is culturally understood as negative and the cultures in which the children in this study have been brought up have all conventionalized that gesture. In the corpus, we considered that the child and the mother produced a gesture when the movement was (1) intentionally communicative, (2) culturally understood as expressing a negation, and eventually (3) understood in context by the interlocutor as expressing a negation.

4. The CHAT (McWhinney 2000; <<http://childes.psy.cmu.edu>> transcription system includes main tiers indicated by * and a three letter name for the speaker (MOT: mother; CHI: child and GDM: grand-mother) and secondary tiers indicated by %act describing the actions).

5. 0. is a convention from the CHAT format that indicates that the participant does not utter a word but makes an action or a gesture that is coded in the following lines. Actions are signaled by %act and gestures by %gpx.

- (3) Ellie, 2;00 with MOT (mother), MAR and LAU (her aunts).
- *MOT: Telephone!
- %sit⁶: the telephone is ringing.
- *CHI: Telephone!
- %act: CHI looks at her aunt Marianne.
- *MAR⁷: It's the telephone!
- *LAU: +<⁸ telephone oh yeah!
- *MAR: 0.
- %gpx: points to the child's bowl of porridge.
- *CHI: No.
- %gpx: **headshake.**
- *MAR: Shall we eat the porridge?
- *CHI: xxx⁹.
- *MAR: Some of your porridge.
- %xpnt: points to the child's bowl of porridge.
- *CHI: 0.
- %gpx: **headshake.**

In Example (2) the child's negations are unimodal because she only uses actions to negate, whereas in (3) she uses multimodal means of expression as well. In the first negative utterance combining < no + headshake > simultaneously, both the gesture and the spoken production are negative, we thus coded this multi-channel utterance as a combination of modalities: speech and gesture. When the child uses several modalities but with only one that expresses negation, we coded which modality conveys negation and we added what accompanies the negative message in another category.

The children have a complex system at their disposal that includes symbolic and non-symbolic means of expressing negation. They can use the visual modality with actions, symbolic gestures, and signs, or the auditory modality with vocal productions, onomatopoeia and speech. The only child who uses all those resources including both speech and sign is Illana, who was brought up bilingual French/LSF. As far as the two signing children are concerned, we did not think it was relevant to categorize certain forms of negation as either conventional gestures or signs. Headshakes and index waves, for example, are both used as conventional gestures by hearing and signing adults but they are incorporated as signs in LSF grammar. We thus included them in a category we called Shared Gesture/Sign (SGS).

6. We used %sit in the transcriptions to mark descriptions of the situational context.

7. MAR is MARIANNE and LAU is LAURA, Ellie's aunts.

8. This convention is used to signal that two participants are speaking or making an action at the same time. It is a marker for overlapping utterances.

9. This convention is used whenever the coder cannot understand what a participant says.

Table 2. Coding sample

Session	Timing	Loc	Previous context	Verbal prod.	Action	Gesture	Subs. context	Function	Modality	Structure	Place in dialogue
2;00,23 fr ¹	33'25	CHI	Nanny offers dessert	manon ²	Pushes dessert away	Head shake	Nanny looks for other dessert	rejection	Action+ Gesture+ Verbal	isolated	resps
2;00,23 fr	35'30	CHI	Nanny asks if he is going to watch <i>the Aristocrats</i>			Head shake	Obs asks if he is going to watch another movie	refusal	Gesture	isolated	resps

¹ Codes used Fr: French; CHI: Child; Obs: observer; resps: response

² *manon* is a mixture of French and Italian (*ma* in Italian means but, *non* in French means no).

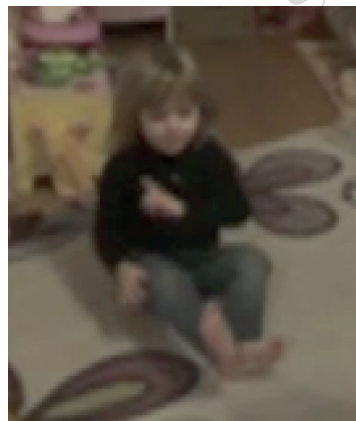


Illustration 1. Shared gesture sign of negation:

Charlotte (top, Deaf child) and Ellie (bottom, hearing child) at 2;00 making an IndexWave

Shared Gesture/Sign

3. Results per child

In this study, we focus our analysis on the use of the visual-gestural and auditory-vocal modalities and will now present the results of our coding of actions, gestures, speech and sign (and combinations of modalities) for each child. The figures illustrate the percentages of each type of forms out of the total number of occurrences per session, the tables show the number of tokens per session.

3.1 Ellie's longitudinal data (monolingual English)

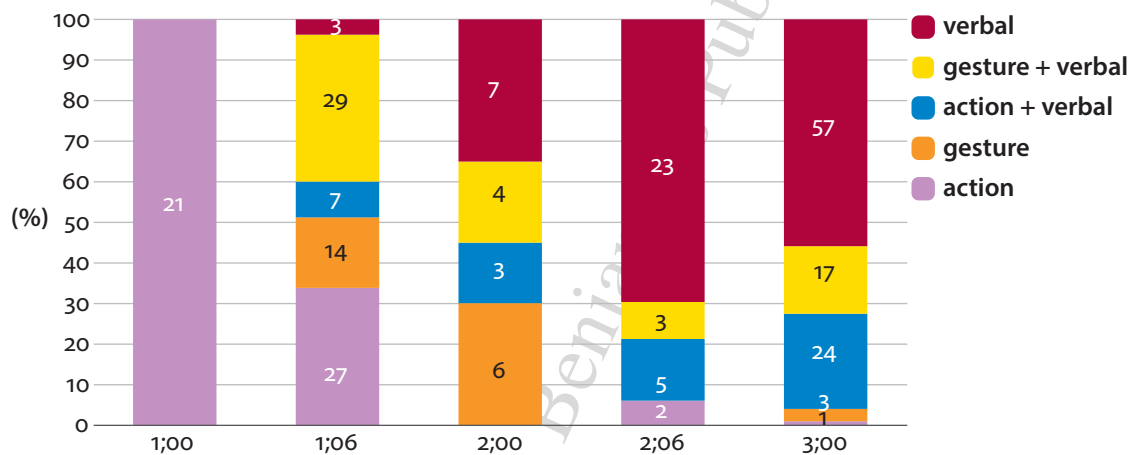


Figure 1. Percentage of actions, gestures, and speech and number of occurrences per category in Ellie's data

At the beginning of data collection (1;0), action seems to be sufficient for the child to express negation. Beaupoil et al. (2015) have shown that the child begins to use gestures and enters a symbolic mode of expression at 1;2. But, as early as 1;6, she is already using an important proportion of symbolic means of expression, predominantly with gestures (over 30% gesture in isolation and 35% combinations of speech and gesture). After 1;6, speech is the predominant modality either in isolation (over 35%) or combined with gestures (20%) or actions (15%). At 2;6, there is a decrease in the use of gestures (less than 10% and always in combination with speech). However, the use of gestures makes a comeback at 3;00 in combination with speech (almost 20% of all negative productions) and in isolation. Overall, the child uses actions in 35% and gesture in almost 30% of her productions of negation. Even though 71% of the child's productions involve speech, just 35% of them are only verbal, 36% of the productions of negation coded for this study are combinations of speech and either an action or a gesture.

Speech becomes predominant and Ellie's spoken negative utterances are more and more complex. We observe that her spoken productions for negation are constantly getting more elaborate. At 3;00 the child's negative utterances have an MLU (mean length of utterance) a little below 3, which is high for an average as there is a great number of occurrences of *no* in isolation. At 1;00, she only uses the grammatical marker *no*. At 2;00, she can produce the frozen expressions *all gone* or *couldn't do it*. At 3;00, she is producing more elaborate utterances such as *he can't push the baby, no, Pepper, you mustn't move my toys* (speaking to her cat), or *I don't like cheese, Mummy*, and uses all functions of negation (refusal, epistemic negation, negative assertions). Thus, in only three years, she has developed a good mastery of her mother tongue. Even though speech becomes predominant around 2;00, an analysis of negations restricted to speech would ignore a great proportion of Ellie's productions and the role of the visual-gestural modality in her pathway. The comeback of the visual modality in the role of co-verbal actions and gestures at 3;00 also seems to indicate that once Ellie has acquired the verbal means to express negation, she can still resort to actions and gestures to complement her speech.

3.2 Madeleine's longitudinal data (monolingual French)

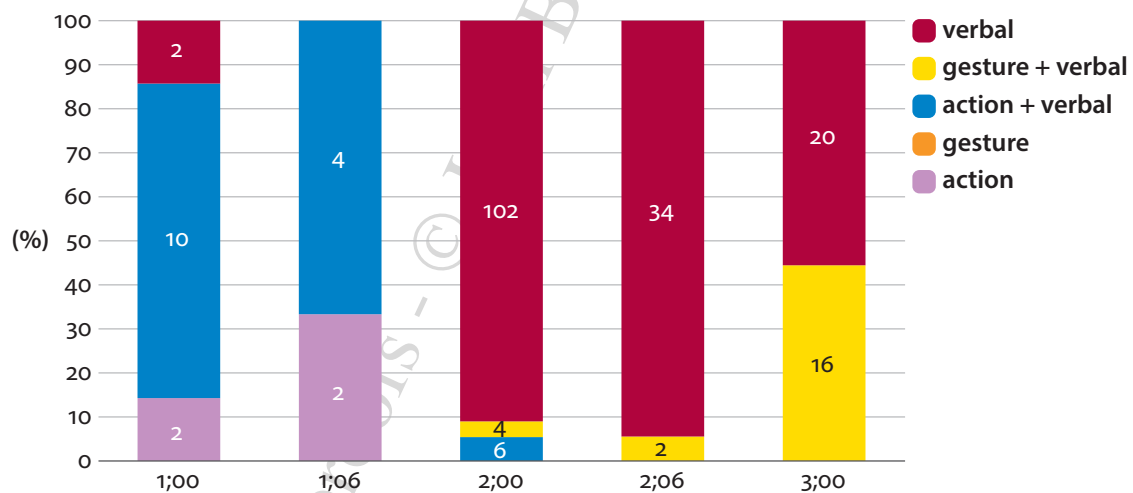


Figure 2. Percentage of actions, gestures, and speech, and number of occurrences per category in Madeleine's data

Madeleine's pathway is quite different from Ellie's, as she does not use gestures during an intermediary period to enter the symbolic expression of negation. She is already producing speech at the beginning of data collection (at 1;0), but mostly in combination with actions interpreted as negative by her addressee and the coder (pushing away toys, turning away from her mother, avoiding spoonfuls of food). At

2;00, her speech in isolation is highly predominant (over 90% of her productions). However, co-verbal gestures start emerging and are part of 45% of her productions at 3;00. Gestures seem to be used by Madeleine once she has a finer mastery of speech. As she has been extensively studied in the *CoLaJE project*, we know that Madeleine's mastery of speech is quite precocious (Morgenstern & Parisse 2012) and that as of 2;03 she has acquired the French phonological system (Yamaguchi 2012), she uses quite a variety of grammatical tenses (Parisse & Morgenstern 2012), produces three argument clauses, prepositions and connectives (Sekali 2012), she refers to herself in the first person (Caët 2013), starts using complex sentences (Sekali 2012) and can self-repair her utterances (Morgenstern et al. 2013).

At 1;00, Madeleine uses the grammatical marker *non* in isolation. The phonological realization of her productions of *non* is not yet complete as she pronounces them /næ/. At 2;00, she expresses various functions of negation using a variety of syntactic forms as in *télé éteinte fait rien* ('TV shut do nothing'), *non pas les brocolis* ('non, not the broccoli'), or *pas fini mon lait* ('not finished my milk'). Contrary to Ellie at the same age, Madeleine does not use chunks or frozen verbal expressions to convey her negations. At 3;00, Madeleine's negations have a complex syntactic structure such as *moi je l'avais ramassé mais maintenant je sais plus où il est* ('I picked it up but now I don't know where it is anymore').

3.3 Charlotte's longitudinal data (monolingual LSF)

Zeshan (2006) introduces negation as one of the "very suitable candidates for sign languages typology" (p. 28) since the expression of negation is present in all sign languages as well as home-signs analyzed so far and can be studied at the lexical, morphological and syntactic levels. She also highlights that "the relation between signing and gesturing with both manual and non-manual aspects is important [...] in negation" (p. 29–30). Indeed, the numerous lexical and morphosyntactic forms

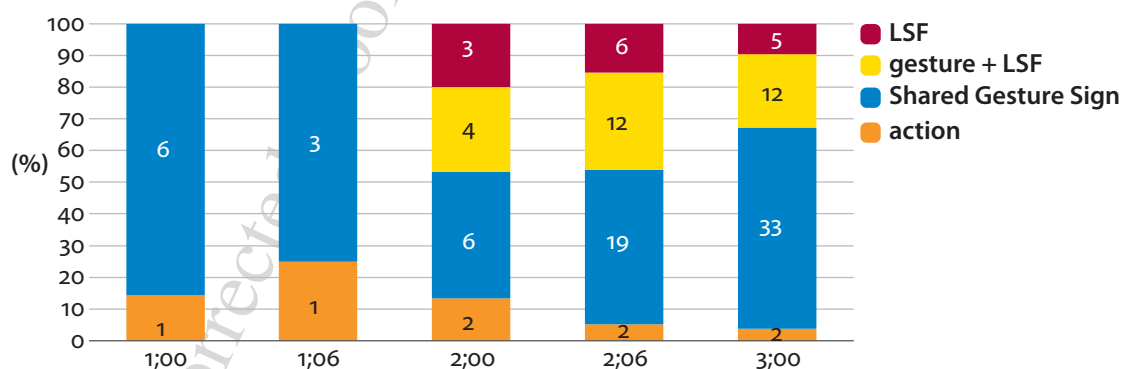


Figure 3. Percentage of actions, shared gestures/signs, and core-LSF and number of occurrences per category in Charlotte's data

involved in the sign languages studied so far are tightly linked to the signers' gesture systems in the signing community the signers live in. The coding for Charlotte's data is, therefore, different from the coding in the hearing children's data, since a number of LSF signs used to express negations are shared with the gestural repertoire used by of both signers and speakers in the French community. We coded them in the SGS category. This includes mostly index waves and headshakes for negations. Charlotte benefits from input through a single modality, the visual modality; actions, gestures and signs, as well as visual input derived from the vocal modality – mouthing.¹⁰ LSF (in white in the graph) refers to the core LSF lexicon that hearing people would not use as gestures: the manual lexical signs NON 'no', IL-N-Y-A-PAS 'none', and the predicative signs incorporating negation such as NE-PAS-VOULOIR 'don't want' or NE-PAS-AIMER 'don't like'. SGS forms such as the waving of the index finger or the headshake are quite frequent in the adult input. We therefore observe a larger number of SGS productions (in black) throughout the data than of signs that are not SGS. Specific LSF core lexicon (such as NE-PAS-VOULOIR 'don't want' or IL-N-Y-PLUS 'no more') is only used as of 2;00 and predominantly combined with other gestures in the same production (between 20% and 30% of overall productions combine SGS signing and a typical LSF sign after 2;00).

Charlotte's LSF productions during that period are richer and progressively becoming more complex (Limousin 2011). At the beginning of the data Charlotte mostly expresses rejection like the other children studied in our project through what we categorized as actions. She also expresses refusal with the headshake and her index finger. During that period, all her actions and gestures/signs are produced in isolation. As she gets older, Charlotte produces those same forms but in combination with facial expressions in 2 or 3-sign utterances such as frowns and wrinkled nose. At 1;6 she starts using negative predicates as well, for example, PT1 NE-PAS-VOULOIR ('I don't want') and PT1 NE-PAS-SAVOIR ('I don't know'). Between 2- and 3-years-old, her signed productions become more sophisticated, as in NE-PAS-SAVOIR ('don't know') SPORT GRIMPER ('climb') and include up to four signs strung together as in Neg-index PT1 VOULOIR ('want') PT(food) PT1 PT(food) when she is 3;00.

10. We have categorized Charlotte as being monolingual in contrast to Illana, but LSF is a language in close contact to French. Its lexicon and structure incorporate forms that derive from this contact, especially mouthing.

3.4 Illana's longitudinal data (bilingual bimodal LSF/French)

Illana is a hearing child growing up in a bilingual, bimodal environment. She has all semiotic means to express negation at her disposal, but SGSs plays a predominant role in her productions, especially when her deaf father is present during the recordings.

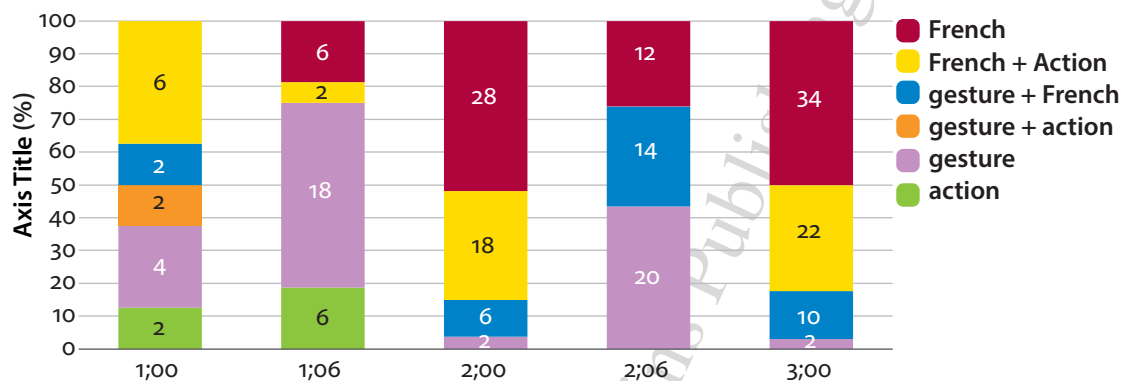


Figure 4. Percentage of actions, shared-gestures/signs, LSF and French and their combinations and number of occurrences per category in Illana's data

Illana did not produce any specific LSF lexical signs of negation during the 5 sessions chosen for this paper. We have noted that she does use the sign for NONE twice at 2;05, and a few instances of negative predicates such as NOT WANT in other sessions. However, her input is predominantly in French during the sessions, and at 2;00 and 3;00, her deaf father is not present during the recordings; consequently, forms in French take up 50% of her productions. In other words, she uses LS much less when her father is not present, which shows that she can accommodate her audience, as shown by other CODA children (Kanto et al. 2015). She signs quite fluidly by the end of the data when her father is present (see Tuller et al. 2007, Blondel 2009 for a more detailed description of her signing) and she uses SGS forms proportionally more often than the other children. These make up 37% of her productions across the entire data set (combined or in isolation). When her father is present, isolated French occurs in only 20% to 25% of her productions and her use of the visual modality amounts to 73% of productions. The visual forms do not decrease in favor of the vocal forms since Illana continues to use headshakes, index finger negations and various symbolic gestures (Morgenstern *et al.* 2016).

In the following examples Illana, aged 2;07, answers her father while addressing both her father and mother. They play cards with animal pictures, and the child mixes vocal and labial French with negative symbolic gestures.

- (4 (3) FAT CROCODILE ('crocodile')
 Note to the authors: CHI Neg-index / ñan t(r)ompé c'est pas ... c'est un crocodile ('no, you are
 Second Example (3)? wrong this is not... it's a crocodile')
- 5 (4) FAT SE-TROMPER ILLANA ('you're wrong Illana')
 CHI palm-down gesture/ nan crocrocodile ! ('let's give up, no, a crocrocodile')
- 6 (5) FAT BALEINE ('whale')
 CHI nan/Headshake baleine ('no, this is not whale')
- 7 (6) *her father takes one card*
 CHI call gesture/nan c'est à pa(pa), c'est à maman
 ('hey, this is not your turn, this is Mummy's')

The majority of her productions are accessible to all her interlocutors, hearing and deaf. As she gets older, she seems to resort more and more to the combination of vocal productions with symbolic gestures. She uses several of the bimodal semi-otic resources at her disposal to express her negations. French (in its multimodal nature) is her strong language (and could be compared to Antoine's use of French), and therefore she is predominantly a bimodal child who makes use of the visual modality to adjust to her bilingual bimodal environment.

3.5 Antoine's pathway (bilingual French/Italian)

Graph 5 gives an overview of the forms Antoine used over time to express negation, in accordance with his age (from 1;05 to 3;6) and to the language of the session (French when he interacts with his father and Italian with his mother).

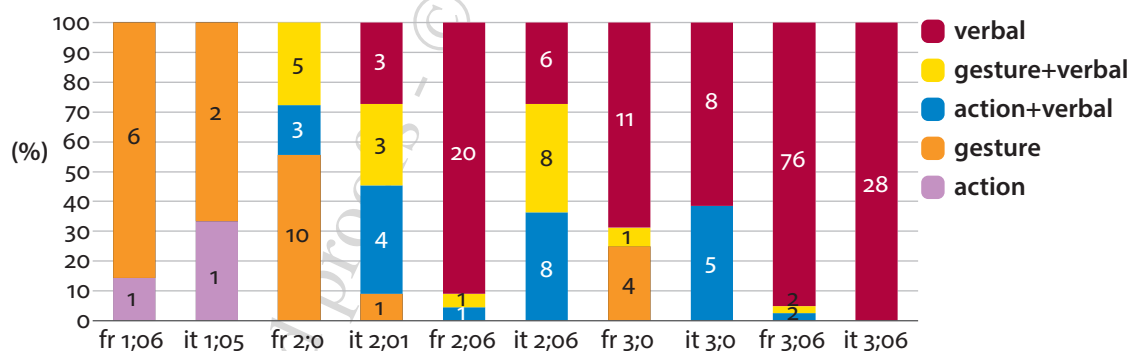


Figure 5. Percentage of actions, gestures, and speech and number of occurrences per category in Antoine's data

We note that there is a long transitional period from the visual to the spoken modality between 2;00 and 2;6 when cross modal combinations are quite frequent, before the spoken modality becomes dominant. Antoine's negation gestures are not

qualitatively different in French and Italian (mostly headshakes) and his gestural behavior does not seem to be overall linked to an “Italian bias” towards gestures. We also observe a high number of spoken negations at 2;06 during the French session (Antoine develops his dominant language first), while we find a sort of regression at the same period in the Italian session (his weak language). When interacting with Italian-speaking interlocutors, Antoine code switches to French or accompanies his Italian negative utterances with gestures as in Example (3). His verbal production in the Italian sequences contains several code-mixed constructions like the utterance *pas nonna*, with the French negative *pas* and the Italian word for grandmother, which is, moreover, accompanied by a headshake.

8 (3) Antoine 2;06 IT

- MOT: chi sei tu? ('who are you?')
 CHI: [e ma]! ('is me!')
 MOT: c'est moi ('it's me')
 CHI: xx la nonna! ('xx grand ma!')
 MOT: era il nonno si ('it was granddad yes')
 CHI: pas nonna (Fr. 'not' + It. 'grandma')
 shakes his head
 MOT: non la nonna no (not grandma no)

~~Note to the authors:~~

~~Third Example (3)?~~

At 3;06, Antoine is much more at ease in the verbal modality of his two languages, but his phonological system is still incomplete both in French and in Italian. In addition, he still produces a lot of code-mixing in his weaker language, as in Italian *la mia maestra è grondata* ('my teacher yelled at me') with nonce *grondata* borrowing French *gronder* ('scold') with Italian conjugation (the Italian past participle would be *sgridata* from the verb *sgridare*) or the mixed utterance *fatto di* (It.) *bêtises avec Carmen* (Fr.) ('I was naughty with Carmen').

Gestures are practically no longer used to negate except when he is eating, but punctuating co-verbal gestures (such as “beat gestures”, cf. McNeill 1992) start to emerge. This is in line with previous findings according to which beats develop with increasing MLU and varying stress patterns (Nicoladis, Mayberry & Genesee 1999; Mayberry & Nicoladis 2000). Towards the end of our collection period, speech in Italian and French has become his dominant modality.

However, as we have seen in the other hearing but monolingual children, the spoken modality already prevails, typically, between 20 and 24 months. Antoine's more intensive use of gestures of negation therefore seems to extend longer than the other hearing monolingual children previously studied, especially in the sessions with his Italian mother. Interestingly enough, there are very few co-verbal gestures of negation even at 3;6, unlike Ellie and Madeleine. Compared to Guidetti's study (2005) and to the monolingual children in our study, Antoine relies on the

visual modality longer than other children raised in oral languages. His turning point into verbal modality is between 2;0 and 2;6, (depending on his use of his dominant or weak language), while verbal modality already prevails at 2;00 for the monolingual hearing children. It is also useful to underline that Antoine's linguistic production is very approximate phonetically and difficult to understand over a long period. This could be in line with the observations that bilingual children may be delayed in their phonological inventories (Oller & Jarmulowitz 2007). By ~~age at~~ 3;6, towards the end of the data collection period, his phonological system in French still lacks a number of phonemes, which is quite late compared to the children in the *Paris corpus* (Morgenstern et al. 2013). Gestures might have developed as a reinforcement function for efficient communication, allowing Antoine to overcome his linguistic limitations. However, his propensity to rely on gestures might also have been encouraged by an additional factor, namely input processing in a bilingual environment. Exposure to two languages implies dealing with linguistic forms in two codes vying for the same function. Even if there seems to be no specific delay in lexicon development when child production in both languages is considered, it takes some time for the bilingual child to elaborate equivalents in French and Italian. By contrast, the symbolic gestures analyzed in this study represent stable forms, shared in both the Italian and the French input, accessible to all his interlocutors whatever the situation might be, and therefore they might have been easier to adopt and difficult to abandon. As mentioned by Nicoladis (2007), we found no specific advantage for gestures to compensate for lack of vocabulary in his weaker language, Italian, as opposed to his dominant language, French. However, gestures seem to be a useful resource to give more pragmatic strength to his negations and might also be a convenient semiotic device to package his opposition (see Nicoladis 2007).

4. Discussion and conclusion

The analysis of each child's individual pathway into negation clearly demonstrates their differences, but there are common features. All the children in this study who have access to both the gestural-visual and auditory-vocal modalities use both. However, they do not start expressing their rejections and refusals with conventional gestures shared with their cultural community, but with actions (pushing away an object, avoiding a spoonful of zucchini, wriggling away from their mother's arms) that are clearly interpreted by their interlocutors and integrated as if they were intentional communicative forms in the ongoing dialogue, often reformulated by the parents with spoken forms of negation.

The hearing children with no sign-language input first enter negation through actions, but then follows a period when they either use symbolic gestures (Ellie, Antoine and Illana) or speech (Madeleine). Those who get more or less rapidly involved in speech or sign seem to abandon gestures for a while, but gestures remain an excellent resource for the bilingual children, and also make a comeback with the use of co-verbal or co-sign gestures when speech or sign are already elaborated.

Charlotte, the deaf child, also expresses negation using ~~bodily~~ actions first, then uses symbolic gestures that are incorporated as signs in the linguistic system of LSF and are thus present in her input from the beginning (SGS). Illana, the bimodal child, uses progressively more complex combinations of forms simultaneously in both modalities, especially when her deaf father is present. She uses very few specific lexical signs for negations, as opposed to Charlotte; French is her strong language and although she does use signed utterances, they are less complex than her spoken utterances. However her SGS stay predominant and, along with salient facial expressions, are combined with speech.

Antoine and Illana, the bilingual children, have created efficient transitional systems during their developmental path both by combining modalities and mixing their two native languages. The need to acquire two languages at once might have an influence on the management of the visual-gestural modality, which is a stable resource to rely on in all types of linguistic environments Antoine and Illana experience. The visual modality is, of course, crucial for Illana when she wants to address her deaf father, but both bilingual children seem to rely on gestures during a transitional period when their weak languages (Italian for Antoine, LSF for Illana) are not yet fully mastered. Other studies of bilingual children would of course be needed in order to confirm whether bilingualism does correlate with a reinforcement of the use of gestures (see Benazzo & Morgenstern 2014 for a more complete study of Antoine's negations).

The children studied in this project, be they hearing or deaf, and regardless of the language or languages in their environment, make use of all the resources available to their bodies and in the input to express themselves in an environment that is favorable to language acquisition. They all have a shared repertoire of gestures as they belong to very similar cultures, with headshakes, index waves, palm up, or sweeping palm down gestures.

Yet, they constantly use the multi-semiotic resources at their disposal and progressively enrich the complexity of their productions.

At the beginning of the data sets, they all seem to be more involved in non-conventional ~~bodily~~ movements to express rejection or avoidance, and will then use the conventional gestures that surround them, or signs. If they are non-signing children, their vocal productions (even screaming and crying) are going to develop into symbolic spoken productions. Interestingly enough, each child follows a

body

body



✗ **Illustration 2.** Ellie, Illana and Charlotte making a palm-up gesture (epistemic negation)

different pathway. Madeleine enters the verbal modality very early and co-verbal gestures are added as soon as her speech is established. Ellie uses more symbolic gestures before she masters speech. Detailed analysis of the forms used leads us to observe how all children are multimodal from the very beginning but also how the use of multimodality differs according to the stage they are in, in their cognitive, motor and linguistic development. The multimodal resources are first used in an

integrative manner in the service of a global communicational intent and will then be subtly mastered. The productions are going to become more complex and each modality can then be used with specific different functions, which either reinforce or complement each other.

Acknowledgements

The authors would like to thank the anonymous reviewers for their constructive feedback and insightful comments, which have enormously helped to improve the paper, and the editors of this volume for their support during the revision process.

References

- Anderson, D. & Reilly, J. 1997. The puzzle of negation : How children move from communicative to grammatical negation in ASL, *Journal of Child Language* 18(4): 411–429.
- Acredolo, L. & Goodwyn S. 1988. Symbolic gesturing in normal infants. *Child Development* 59(2): 450–466. doi:10.2307/1130324
- ~~Anderson, D. & Reilly, J. 1998. The puzzle of negation. How children move from communicative to grammatical negation in ASL. *Applied Psycholinguistics* 18: 411–429. doi:10.1017/S0142716400010912~~
- Arbib, M. A. 2012. *How the Brain Got Language: The Mirror System Hypothesis*. Oxford: OUP. doi:10.1093/acprof:osobl/9780199896684.001.0001
- Bates, E., Benigni, L., Bretherton, I., Camaioni, L. & Volterra, V. 1979. *The Emergence of Symbols: Cognition and Communication in Infancy*. New York NY: Academic Press.
- Beupoil-Hourdel, P. 2015. Acquisition et expression multimodale de la négation. Etude d'un corpus vidéo et longitudinal de dyades mère-enfant francophone et anglophone. PhD dissertation, Université Sorbonne Nouvelle – Paris 3.
- Beupoil-Hourdel, P., Boutet, D. & Morgenstern, A. 2015. A child's multimodal negations from 1 to 4: The interplay between modalities. In *Negation and Polarity: Experimental Perspectives, Language, Cognition, and Mind*, P. Larrivée & C. Lee (eds), 95–123. Bern: Springer. doi:10.1007/978-3-319-17464-8_5
- Bellugi, U. 1967. A Transformational Analysis of the Development of Negation. PhD dissertation, Harvard University.
- Benazzo, S. & Morgenstern, A. 2014. A bilingual child's multimodal path into negation. *Gesture* 14(2): 171–202. doi:10.1075/gest.14.2.03ben
- Blondel, M. 2009. Acquisition bilingue LSF-français. L'enfant qui grandit avec deux langues et dans deux modalités. In *Au croisement de différents types d'acquisition: Pourquoi et comment comparer?*, S. Benazzo (ed.). AILE...LIA 1: 169–194.
- Bloom, L. 1970. *Language Development: Form and Function in Emerging Grammars*. Cambridge MA: The MIT Press.
- Bloom, L. 1991. *Language Development from Two to Three*. Cambridge: CUP.
- Butcher, C. & Goldin-Meadow, S. 2000. Gesture and the transition from one- to two-word speech: When hand and mouth come together. In *Language and Gesture*, D. McNeill (ed.), 235–257. Cambridge: CUP. doi:10.1017/CBO9780511620850.015

Dodane, C. & Massini-Cagliari, G. 2010. La prosodie dans l'acquisition de la négation : étude de cas d'une enfant monolingue française. *ALFA: Revista de Linguística*, 54(2).

- Caët, S. 2013. Référence à soi et à l'interlocuteur chez des enfants francophones et anglophones et leurs parents. PhD dissertation, Université Sorbonne Nouvelle – Paris 3.
- Calbris, G. 2005. La négation: Son symbolisme physique. *Interacting Bodies – Corps en Interaction. Second Conference of the International Society for Gesture Studies*, Lyon: France.
- Cameron-Faulkner, T., Lieven, E. & Theakston, A. L. 2007. What part of *no* do children not understand? A usage-based account of multiword negation. *Journal of Child Language* 33: 251–282. doi:10.1017/S0305000906007884
- Capirci O., Iverson, J. M., Pizzuto, E. & Volterra, V. 1996. Gestures and words during the transition to two-word speech. *Journal of Child Language* 23(03): 645–673. doi:10.1017/S0305000900008989
- Choi, S. 1988. The semantic development of negation: A cross-linguistic study. *Journal of Child Language* 15: 517–532. doi:10.1017/S030500090001254X
- Clark, H. H. & Clark, E. V. 1977. *Psychology of Language: An Introduction to Psycholinguistics*. New York NY: Harcourt, Brace.
- Clark, E. V. 1978. From gesture to word, on the natural history of deixis in language acquisition. In *Human Growth and Development: Wolfson College Lectures 1976*, J. S. Bruner & A. Garton (eds), 85–120. Oxford: OUP.
- Darwin, C. 1872. *The Expression of the Emotions in Man and Animals*. London: John Murray. doi:10.1037/10001-000
- Emmorey, K. 2002. *Language, Cognition, and the Brain: Insights from SIGN Language Research*. Hillsdale NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Guidetti, M. 2005. Yes or no? How do young children combine gestures and words to agree and refuse? *Journal of child language* 32: 911–924. doi:10.1017/S0305000905007038
- Harrison, S. 2010. Evidence for node and scope of negation in coverbal gesture. *Gesture* 10(1): 29–51. doi:10.1075/gest.10.1.03har
- Horn, L. R. 2001. *A Natural History of Negation*. Stanford CA: CSLI.
- Kanto, L., Lassako, M., Huttunen, K. 2015. Differentiation in language and gesture use during early bilingual development of hearing children of deaf parents. *Bilingualism: Language and Cognition* 18(4): 769–788. doi:10.1017/S1366728914000169
- Kendon, A. 1988. How gestures can become like words. In *Cross-cultural Perspectives in Nonverbal Communication*, F. Poyatos (ed.), 131–141. Lewiston NY: C.J. Hogrefe.
- Kendon, A. 2002. Some uses of the headshake. *Gesture* 2(2): 147–182. doi:10.1075/gest.2.2.03ken
- Kendon, A. 2004. *Gesture: Visible Action as Utterance*. Cambridge: CUP. doi:10.1017/CBO9780511807572
- Kita, S. & Özyürek, A. 2003. What does cross-linguistic variation in semantic coordination of speech and gesture reveal? Evidence for an interface representation of spatial thinking and speaking. *Journal of Memory and Language* 48: 16–32. doi:10.1016/S0749-596X(02)00505-3
- Limousin, F. 2011. Acquisition de la référence personnelle en LSF: Analyse longitudinale des pointages, des forms nulls et des noms signés chez une enfant sourde de parents sourds. PhD dissertation, University of Paris 8.
- Mayberry, R. & Nicoladis, E. 2000. Gesture reflects language development: Evidence from bilingual children. *Psychological science* 9(6): 192–196.
- McNeill, D. 1992. *Hand and Mind: What Gestures Reveal about Thought*. Chicago IL: University of Chicago Press.
- McNeill, D. & McNeill, N. B. 1968. What does a child mean when he says no? In *Proceedings of the Conference on Language and Language Behaviour*, E. M. Zale (ed.), 464–473. New York NY: Appleton Century-Crofts.

- Morgenstern, A. 2006. *Un JE en construction*. Paris: Presses de la Sorbonne Nouvelle.
- Morgenstern, A. 2009. *L'enfant dans la langue*. Paris: Presses de la Sorbonne Nouvelle.
- Morgenstern, A. & Beaupoil, P. 2015. Multimodal approaches to language acquisition through the lens of negation. *Vestnik of Moscow State University. Linguistics and Literary Studies* 6(717): 435–451. Special issue on *Discourse as Social Practice*.
- Morgenstern, A., Beaupoil, P., Blondel, M. & Boutet, D. 2016. A multimodal approach to the development of negation in signed and spoken languages: Four case studies. In *The Usage-Based Study of Language Learning and Multilingualism*, L. Ortega, A. E. Tyler, H. I. Park & M. Uno (eds), 15–36. Washington DC: Georgetown University Press.
- Morgenstern, A. & Parisse, C. 2012. The Paris Corpus. *French Language Studies* 22(1): 7–12. doi:10.1017/S095926951100055X
- ~~Morgenstern, A., Caët, S., Blondel, M., Limousin, F. & Leroy-Collombel, M. 2010. From gesture to sign and from gesture to word: pointing in deaf and hearing children. *Gesture* 10(2–3): 172–202. doi:10.1075/gest.10.2-3.04mor~~
- Morgenstern, A., Leroy, M. & Caët S. 2013. Self- and other-repairs in child-adult interaction at the intersection of pragmatic abilities and language acquisition. *Journal of Pragmatics* 56: 151–167. doi:10.1016/j.pragma.2012.06.017
- Nicoladis, E. 2007. The effect of bilingualism on the use of manual gestures. *Applied Psycholinguistics* 28: 441–454. doi:10.1017/S0142716407070245
- Nicoladis, E., Mayberry R. J. & Genesee, F. 1999. Gesture and early bilingual development. *Developmental Psychology* 35(2): 514–526. doi:10.1037/0012-1649.35.2.514
- Kimbrough Oller, D. & Jarmulowicz, L. 2007. Language and literacy in bilingual children in the early school years. In *Handbook of Language Development*, E. Hoff & M. Shatz (eds), 368–386. Oxford: Blackwell. doi:10.1002/9780470757833.ch18
- Parisse, C. & Morgenstern, A. 2012. The unfolding of the verbal temporal system in 2 French children's speech between 18 and 36 months. *French Language Studies* 22(1): 95–114. doi:10.1017/S0959269511000603
- Pea, R. D. 1980. The development of negation in early child language. In *The Social Foundations of Language and Thought: Essays in Honor of Jerome Seymour Bruner*, D. R. Olson (ed.), 156–186. New York NY: W.W. Norton.
- Sekali, M. 2012. The emergence of complex sentences in a French child's language from 0;10 to 4;01: Causal adverbial clauses and the concertina effect. *Journal of French Language Studies* 22: 115–141. doi:10.1017/S0959269511000615
- Shaw, E. 2013. *Gesture in Multiparty Interaction: A Study of Embodied Discourse in Spoken English and American Sign Language*. PhD dissertation, Georgetown University.
- Spitz, R. A. 1957. *No and Yes: On the Genesis of Human Communication*. New York NY: International Universities Press.
- Stern, C. & Stern, W. 1907[1928]. *Die Kindersprache – Eine psychologische Untersuchung*. Leipzig: Barth.
- Streeck, J. 2009. *Gesturecraft: The Manufacture of Meaning* [Gesture Studies 2]. Amsterdam: John Benjamins. doi:10.1075/g5.2
- Sutton-Spence, R. & Woll, B. 1999. *The Linguistics of British Sign Language*. Cambridge: CUP. doi:10.1017/CBO9781139167048
- Tomasello, Michael. 2003. *Constructing a Language: A Usage-Based Theory of Language Acquisition*. Cambridge MA: Harvard University Press.

- Tuller L., Blondel, M. & Niederberger N. 2007. Growing up in French and French Sign Language. In *French Applied Linguistics* [Language Learning and Language Teaching 16], D. Ayoun (ed.), 334–376. Amsterdam: John Benjamins. doi:10.1075/llt.16.17tul
- Vaidyanathan, R. 1991. Development of forms and functions of negation in the early stages of language acquisition: A study in Tamil. *Journal of Child Language* 18: 51–66. doi:10.1017/S0305000900013295
- Volterra, V. & Antinucci, F. 1979. Negation in child language: A pragmatic study. In *Developmental pragmatics*, E. Ochs & B. B. Schieffelin (eds), 281–303. New York NY: Academic Press.
- Volterra, V., Caselli, M. C., Capirci, O., Pizzuto, E. 2004. Gesture and the emergence and development of language. In *Beyond Nature-Nurture: Essays in Honor of Elisabeth Bates*, M. Tomasello & D. I. Slobin (eds), 22–44. Mahwah NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Wode, H. 1977. Four early stages in the development of L1 negation. *Journal of Child Language* 4: 87–102. doi:10.1017/S0305000900000490
- Zeshan, U. 2006. Negative and interrogative constructions in sign languages: A case study in sign language typology. In *Interrogative and Negative Constructions in Sign Languages* [Sign Language Typology 1], U. Zeshan (ed.), 28–68. Nijmegen: Ishara Press.
- Zlatev, J., Persson T. & Gärdenfors, P. 2005. Bodily mimesis as “the missing link”. In *Human Cognitive Evolution* [LUCS 121]. Lund: Lund University Cognitive Studies.

Author queries

Please provide a complete reference for the citation ‘(Ekman & Friesen 1969), (Anderson & Reilly (1997)) and (McWhinney 2000)’ in Section 1.3 and Notes and Notes of this article. Please provide a citation for the reference id “CIT0822 (Anderson, D. & Reilly, J. 1998.), CIT0855 (Morgenstern, A. 2009.) and CIT0859 (Morgenstern, A., Caët, S., Blondel, M., Limousin, F. & Leroy-Collombel, M. 2010.)” since citation is missing in the article.



Articles et chapitres d'ouvrages à propos du

Pointage et de l'iconicité

Boutet, D., Blondel, M., Caët, S., Beaupoil, P., & Morgenstern, A. (2011). Tu pointes ou tu tires ?! Annotation sous ELAN des pointages d'un 'entendant vocalo-gestualisant. In Actes du premier Défi Geste Langue des Signes (p. 15-27). Montpellier : TALN.

TALN 2011, Montpellier, 27 juin - 1er juillet 2011

Tu pointes ou tu tires ?! Annotation sous ELAN des pointages d'un 'entendant vocalo-gestualisant'

Dominique Boutet^{1 2}, Marion Blondel¹, Stéphanie Caët³, Pauline Beaupoil³, Aliyah Morgenstern³

SFL, UMR 7023, CNRS-Paris8

(2) Université d'Evry Val d'Essonne

(3) Sorbonne Nouvelle-Paris3

dominique_jean.boutet@orange.fr, marion.blondel@sfl.cnrs.fr,
stephanie.caet@gmail.com, pauline.beaupoil@gmail.com,
aliyah.morgenstern@gmail.com

Résumé

Le défi présenté ici vise à montrer que la forme canonique d'un pointage (index tendu, doigts repliés) représente un type particulier de pointage, mais qu'on peut étendre la définition formelle à tout alignement de trois segments adjacents pendant une certaine durée qui ne présente pas de mouvement dans un sens proximal à l'alignement (mouvement dirigé vers le coude alors que la main et les doigts sont tendus). Cette hypothèse est à tester et par delà les éléments formels que nous nous donnons pour décrire le geste, le regard, la direction de la tête et le verbal sont évidemment convoqués. Ces deux modalités verbale/vocale et gestuelle sont vues comme un contexte lié qui devrait permettre de mettre en évidence des prédicats psychologiques (*growth point* de McNeill). Après avoir donné les éléments du protocole d'annotation, nous exposerons brièvement une catégorisation possible de ces pointages (tracé, toucher, direction, mouvement, mire) mais également leurs inclusions dans des gestes iconiques. Nous aborderons également la fonction anaphorique que peut remplir un pointage gestuel et la spécialisation formelle des gestes utilisés à cet usage. Ce dernier point amène à mieux définir le cadre de référence associé aux pointages (métrique vs topologique, pointage principal vs secondaire, spécialisation éventuelle des degrés de liberté en mouvement) et montre l'importance d'une micro-annotation gestuelle

Abstract

The aim of the challenge we are presenting in this study is to show that the canonical shape of pointing gestures (extended index, folded fingers) is representative of a specific type of pointing gesture, but that the formal definition could include all types of alignment of three adjacent segments with no movement in the proximal direction (a movement directed towards the elbow when the hand and fingers are extended). This hypothesis needs to be tested and not only do we use formal elements to describe gestures, but gaze, the direction of the head and verbal productions are here included in our analysis. The visual and vocal modalities are viewed as linked and enable us to underline psychological predicates (Mcneil's growth points). We first present the various elements of our annotation procedure, and our categorization of the various pointing gestures we coded (layout, touch, direction, movement, target) and their inclusion in iconic gestures. We also tackle the anaphoric function of pointing gestures and the formal specialization of the gestures used for that function. This study helps us redefine the reference framework associated with pointing gestures (metrical vs topological, main pointing vs secondary pointing, possible specialization of the degrees of freedom in movements) and shows the importance of using micro-annotations for gestures.

Mots-clés : gestuelle coverbale, annotation allocentrée, pointage, anaphore
Keywords: coverbal gesture, allo-centered annotation, pointing, anaphora

1 Contexte et objectifs de l'étude

Les études portant sur la gestualité coverbale reprennent majoritairement une classification qui différencie fonctionnellement le pointage, les gestes dits iconiques, d'autres appelés métaphoriques et enfin les *beats*¹ (McNeill 1992). Ces derniers viennent scander le discours selon un rythme correspondant aux pulsations de la parole. Les gestes iconiques montrent une relation formelle étroite avec le contenu sémantique de la production verbale. Pour McNeill, les gestes métaphoriques se distinguent des gestes iconiques par le fait que l'image qu'ils donnent présente une idée abstraite plutôt qu'elle ne représente un objet ou un événement. Ce type de geste décrit un concept par une métaphore concrète. Nous ne nous attarderons pas sur ces derniers et considérerons pour la suite qu'ils composent plutôt une sous-catégorie des gestes iconiques. Les gestes de pointage permettent d'indiquer des objets ou des événements dans un monde concret comme dans un espace relevant d'éléments abstraits ou absents. Une littérature abondante existe sur les pointages tant pour les fonctions, que pour la forme qu'ils revêtent (voir Kita 2003 pour une revue, mais aussi Kendon et Versante 2003, Clark 2003). Toutefois il n'existe pas de définition formelle stable et unanimement partagée du pointage. Nous adoptons la définition de l'acte de pointer d'Eco (1976) : « mouvement vers ». Tout « mouvement vers » qu'il soit effectif ou relayé par la présence d'un vecteur² peut être considéré comme un pointage. Ainsi, la forme que prend le pointage dépend donc des segments mis en mouvement ; les variations de support relevées – souvent ethniques – sont nombreuses : lèvres, majeur (Wilkins 2003), tête, pouce (Calbris 1990 p.127), voire auriculaire³, regard (Cuxac 2000). Cette variété d'utilisation des supports révèle la difficulté d'une définition unifiée de la forme du pointage. Les ressources formelles de son expression augmentant en proportion du nombre de supports convoqués pour pointer, cette variété accroît les formes possibles du pointage pour un support comme les gestes (index tendu, main plate doigts alignés, pouce tendu doigts repliés, majeur ou auriculaire tendus avec ou sans mouvement...). En outre, de nombreux exemples abondent de pointage d'une main pendant que l'autre effectue un geste iconique, de localisation précise et intentionnelle d'un geste iconique d'une seule main, de pointages et de rythmes battus par des *beats* de manière simultanée ; dans tous ces cas de figure, il s'agit de la composition d'un type de geste avec un autre. Kendon 2003 bâtit même une classification des pointages qui empruntent et surajoutent à ceux-ci – en un mot composent – des valeurs linguistiques (singularité vs exemplarité, déixis vs anaphore). Des bâtons cohabitent et coexistent avec des pointeurs, des gestes iconiques ou métaphoriques se fondent dans des pointages, des *beats* scandent plusieurs rythmes à la fois. Toutes les compositions semblent possibles. Pourquoi n'y aurait-il pas de pointages dans des pointages ? Ainsi, l'importance du pointage est telle que tous les supports sont mis à contribution, y compris ceux chargés pour nous d'une demande explicite d'échanges de baisers comme l'avancée de la lippe. En outre, l'étendue des formes du pointage sur le membre supérieur offre une gamme variée de possibilités (index étendu ou majeur, index et majeur, pouce, doigts avec des orientations différentes de la paume). Ainsi, si l'index est tendu, les autres doigts repliés, des petits mouvements latéraux ou perpendiculaires à l'alignement avant-bras/dos de la main/index sont toujours possibles ; ces derniers sont bien « des mouvements vers » et sont dirigés ailleurs que vers le pointage principal. L'ensemble des degrés de liberté de la main et des doigts peuvent être convoqués pour ajouter des minis pointages à celui, principal et tenu, qui voit un alignement général d'au moins deux jointures.

Il faut donc partir d'une définition formelle de ce que peut être un pointage principal pour pouvoir explorer la présence d'éventuels pointages secondaires. En effet, partir uniquement d'une définition fonctionnelle poserait des difficultés de distinction entre les pointages principaux et les secondaires.

Un premier point de vue formel pour définir le pointage gestuel circonscrit des conditions statiques. On définit *a priori* comme porteur d'un pointage gestuel tout alignement d'au minimum trois segments adjacents distaux. Ainsi quel que soit le doigt, un pointage est possible dès lors que les trois phalanges sont

¹ Nous n'aborderons pas ici les gestes dits cohésifs puisque ces derniers dans la terminologie de McNeill relèvent plus d'une fonction particulière que tous les types gestuels peuvent servir.

² Pour le membre supérieur, le vecteur est composé de l'alignement d'au minimum trois segments adjacents. Il est orienté dans la mesure où il présente une flèche distale libre de toute attache à un autre segment.

³ Observation personnelle chez plusieurs peintres mis en situation de commenter un tableau.

alignées pendant un laps de temps suffisant⁴. D'autres segments peuvent s'ajouter à cet alignement : le dos de la paume et l'avant-bras voire le bras. Dans certains cas, que nous aborderons, la direction du regard passe par le bout des doigts pointés vers le haut tout comme la main, et vise une zone vers l'avant comme on le ferait d'une cible avec un fusil muni d'une mire verticale dont l'extrémité est orientée vers le haut : la mire verticale est donnée par le bout des doigts étendus. Le corpus étudié montre des exemples de ces pointages/mires pour lesquels la direction du pointage ne dépend pas de l'alignement des segments gestuels. Ainsi, pour analyser le pointage, on peut dissocier alignement gestuel, directionnalité et mouvement.



Figure 1: La mire (compteur 1.06)

Le deuxième point de vue formel pour définir le pointage gestuel concerne le mouvement et son alignement temporel avec l'alignement spatial des segments. Si ce mouvement est effectué dès la mise en place de l'alignement des segments, il sera catégorisé comme pointage principal. Lorsque le mouvement intervient après la mise en place, il sera alors analysé comme un pointage secondaire, à moins qu'il ne s'agisse d'un geste iconique (voir *infra*). La direction du pointage principal est conférée par l'alignement des segments, celle du pointage secondaire est donnée par la direction du mouvement. Néanmoins, un mouvement latéral dès lors qu'il est co-occurent à l'alignement spatial d'au moins trois segments, peut composer le pointage principal : il s'agit d'un tracé, par exemple celui des « ronds-points », particulièrement présent dans le corpus. Les pointages/tracés dessinent une figure et rassemblent dès lors plusieurs mouvements dans un même motif. En l'absence de ces distinctions entre les paramètres d'alignement spatial et temporel, de mouvement et de direction, nous ne pourrions pas avoir de définition formelle englobante pour ce type de pointage/tracé. Les pointages latéraux qui ne sont pas pris dans des figures sont néanmoins susceptibles de composer des gestes iconiques appelés Unités Gestuelles (UG désormais, Boutet 2001, 2008 et 2010). Il convient de s'assurer que ces pointages latéraux ne s'inscrivent pas dans une UG. Nous verrons qu'une part significative des mouvements éligibles au statut de pointage secondaire relève en fait de gestes de type iconique.

Les pointages secondaires relèvent-ils du même type d'espace que ceux du pointage principal ? Autrement dit pour un mouvement manuel redevable d'un pointage secondaire – un mouvement de flexion de la main par exemple –, quand peut-on le considérer comme un mouvement dans un espace égocentré (peu importe qu'il s'agisse d'une flexion, ce qui compte est que le mouvement oriente la main vers la gauche) et quand déterminer que ce pointage a lieu dans un espace allocentré sur la main, dans lequel la flexion garde une fonction propre indépendamment de l'orientation manuelle ? Un des objectifs que nous nous sommes fixés dans ce défi consiste à mieux cerner cette différence.

Une des cibles possibles du pointage secondaire vise l'énoncé à l'instar de pointages principaux d'ailleurs, y compris dans des renvois anaphoriques du geste vers le verbal. Ainsi, lorsque le locuteur pointe vers une direction marquant le chemin à prendre, il peut simultanément, par un ou des pointages secondaires (lors de

⁴ Dans les faits nous avons retenu ici une durée minimale de 120 ms (durée de 3 images). La question de la durée suffisante reste ouverte. Théoriquement cette durée peut être de 40ms (1 image) non pas tant pour des raisons de standard de captation, mais à cause de l'absence de distinction de l'oeil en deça de cette durée.

mouvements latéraux) renvoyer vers un ou des référents verbaux. Pour la gestuelle, nous reprenons la différenciation temporelle qui prévaut entre un pointage à valeur déictique dans une portée *hic et nunc* et un pointage à valeur anaphorique qui déplace la cible dans le temps de part et d'autre du moment du pointage cata ou ana-phorique dans la même modalité discursive. Rappelons qu'un pointage à valeur déictique est transmodal : une valeur sémantique langagière ou para-langagière (la gestuelle ici) est ancrée vers la situation référentielle. Cette distinction – renvoi vers la situation ou vers le discours – s'applique indifféremment au fait gestuel et à l'accompagnement verbal. Toutefois pour la gestuelle, plan de l'expression para-langagière et plan de la situation (référence) partagent le même espace. Le statut déictique ou anaphorique d'un pointage gestuel vers l'espace est donc beaucoup plus brouillé que ne l'est la même distinction pour du verbal-vocal. En outre, un investissement corporel orienté (gestuel, mimique, postural, regard) accompagnera plutôt le mot « demain » dans un énoncé qu'il ne le fera pour « lendemain ». Kendon (2003) signale qu'un pointage fait avec le pouce renvoie de manière anaphorique et par synchronie avec un mot à valeur anaphorique, vers un élément déjà évoqué dans le discours, redoublé d'ailleurs d'un pointage fait avec l'index. Au même titre, il est possible que la répercussion verbale/vocale soit différente lorsque pour le plan para-langagier gestuel, un pointage a valeur déictique ou anaphorique. Nous n'examinerons pourtant pas ce dernier point ici. Ainsi, un pointage peut être anaphorique d'un geste (*ag*) qui a été effectué ou d'un mot déjà prononcé (anaphore du verbal, *av*) ou bien il peut être déictique d'un geste en train d'être fait (par l'autre main par exemple) ou appartenant au même *catchment* (McNeill 2005) (*dg*) ou d'un mot ou d'un syntagme co-occurent (*dv*). La limite entre valeur déictique et anaphorique (*dg*, *dv* versus *ag*, *av*) est rendue plus ténue encore par le fait que le décalage temporel entre le pointage et son référent dépend du *catchment* qu'a défini McNeill composé de traits gestuels qui se répètent au moins dans deux gestes. Le principe réside dans la récurrence de l'image dans l'esprit du locuteur qui génère ces traits gestuels (http://mcneilllab.uchicago.edu/writing/growth_points.html). L'épaisseur temporelle d'expression d'un *catchment* interdit donc qu'à l'intérieur de celui-ci, les pointages renvoient à des anaphores dont le référent serait gestuel para-langagier. Pour qu'il y ait geste anaphorique, il faut qu'il y ait un geste en dehors du même *catchment* entre lui et le référent verbal, que ce geste apparaisse en l'absence de verbal co-occurent ou avec un syntagme qu'il n'illustre pas. On peut dire qu'il y a geste anaphorique vers un référent verbal (*av*) décalé dans le temps d'énonciation sans *catchment* commun ni chevauchement avec ce référent verbal lorsqu'à partir d'une reprise ou d'une anticipation il y a inclusion de ce geste dans le discours verbal. Un geste anaphorique renvoyant à un référent gestuel (*ag*) répond à la même définition pour la même modalité : on peut dire qu'il y a geste anaphorique vers un référent gestuel décalé dans le temps d'énonciation sans *catchment* commun ni chevauchement avec ce référent gestuel lorsqu'à partir d'une reprise ou d'une anticipation il y a inclusion d'un geste dans un début de discours gestuel (enchaînement de *catchments*).

L'étude porte donc sur la représentation des ces types d'anaphores et de déictiques par les pointages secondaires : leur nombre comme les éventuelles spécialisations gestuelles qui les portent. Un renvoi anaphorique ou cataphorique apparaît-il avec gestes de directions différentes, voire opposées ? A quels cadres de référence, ces directions possibles appartiennent-elles ? Y a-t-il une séparation dans l'utilisation des cadres de référence : égocentré pour les gestes de pointage à valeur déictique redevables de la situation *hic et nunc*, d'une part, et allocentré sur la main et les doigts pour les gestes à valeur anaphorique, d'autre part ?

2 Description de la méthodologie d'annotation

Nous traiterons dans cette partie des aspects techniques et humains de l'annotation. Le schéma d'annotation ainsi que le détail des pistes seront abordés. Nous avons tenu à utiliser autant que possible des vocabulaires contrôlés pour les pistes afin de limiter les sources d'erreurs de saisie ainsi que d'extension et de compréhension des items.

2.1 Aspects techniques

Quatre annotateurs ont participé à l'annotation de ce défi. Ils ont utilisé l'outil ELAN et ont consacré 90 heures au total à l'annotation manuelle, réparties de la façon suivante : 15 heures pour l'annotation du regard, 25 heures pour l'annotation manuelle du verbal-vocal, 15 heures pour l'annotation des directions alignement et mouvement, 35 heures pour toutes les autres pistes, et intégration de la segmentation automatique via Easy Align (cf. ci-dessous).

2.2 Objets de l'annotation

Seules les productions gestuelles et verbales du locuteur ont été annotées.

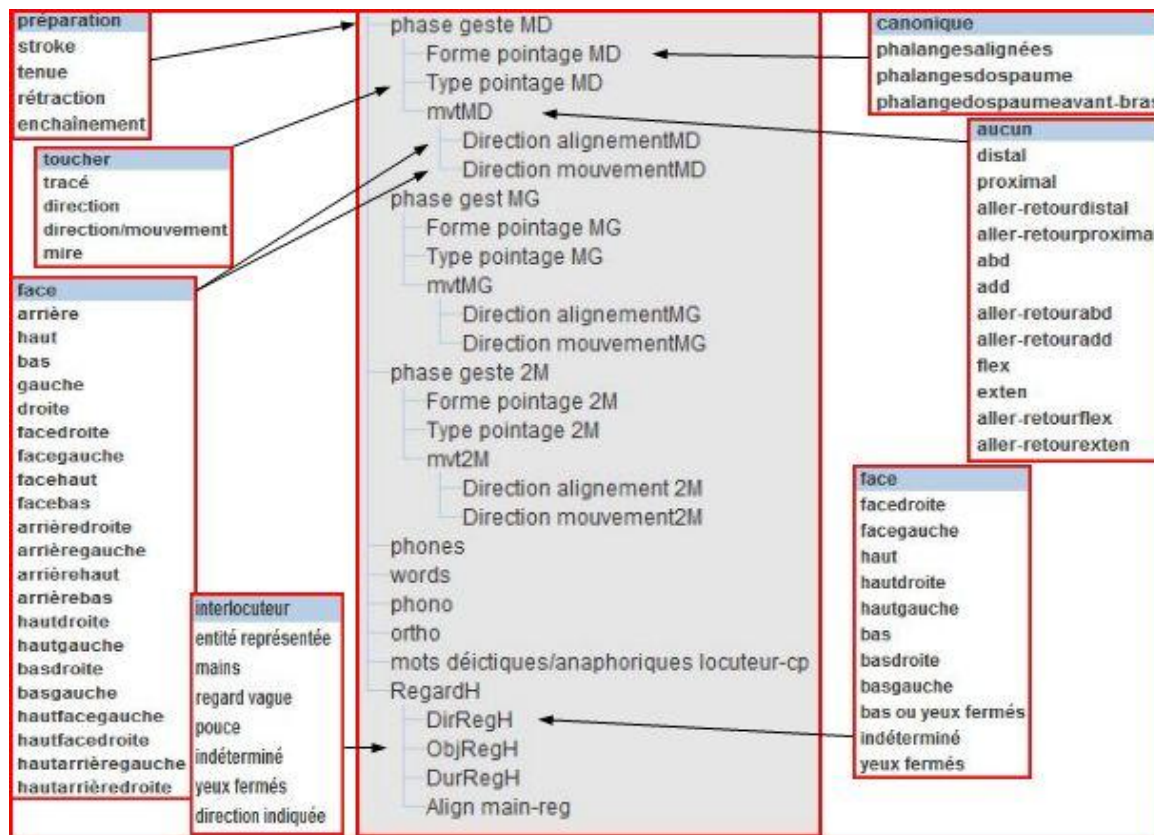


Figure 2 : Acteurs, dépendance dans le schéma et Vocabulaires contrôlés

L'annotation concerne principalement les gestes de pointage. En premier lieu l'ensemble des gestes a été noté selon une terminologie *phasique* (*préparation*, *stroke*, *tenue*, *rétractation*) sur la piste (*acteur*) « phase-geste ». Seuls les alignements d'au moins trois segments adjacents distaux ont été considérés plus avant et labellisés selon trois pistes principales : « *forme_pointage* », « *type_pointage* » et « *mouvement* ». Pour la première piste, « *Phase_geste* », étant donnée l'analyse très précise des mouvements que nous souhaitons faire, nous avons estimé que des changements de configurations ou de direction de mouvements marquaient le passage d'une phase signifiante à une autre (*stroke*). Dans certains cas, deux phases de *stroke* peuvent donc être enchaînées. En revanche aucune préparation, ni rétractation, ni tenue n'en précède une autre. La piste « *forme_pointage* » décrit les alignements de segments y compris celui d'une forme considérée comme canonique du pointage (index tendu, les autres doigts repliés dans la paume), cette piste est associée à un *vocabulaire contrôlé*. Le type de pointage répertorie cinq catégories que nous avons déjà évoquées plus haut : la catégorie *pointage/direction* donnée par un alignement de segments en l'absence de mouvement aligné et coordonnée par une figure, l'association *direction/mouvement* avec un mouvement allant dans la même direction, le *pointage/toucher* marqué par un mouvement concordant avec l'alignement et en aller-retour, le *pointage/tracé* dont le mouvement est perpendiculaire à l'alignement, complexe (plusieurs degrés de liberté en jeu) et formant une figure, enfin le *pointage/mire* qui montre une association du regard et d'au moins un bout de doigt le tout pris dans un alignement dirigé vers l'entité visée. L'ensemble des pistes sous la dépendance du mouvement (*mvtMD*, *mvtMG*, *mvt2M*⁵) annotent les degrés de liberté qui président au mouvement (repère allocentré sur la main : *abduction*, *aller-retour abduction*, etc.) et les directions de ceux-ci dans un espace égocentré (*droite*, *gauche*, etc.) ainsi que la direction des alignements de segments.

⁵ Main Droite, Main Gauche, Deux Mains.

Le regard a été annoté sur 4 pistes. La première « *RegardH*⁶ » relève d'une piste technique de segmentation à l'image de la piste « *Phase_Geste* ». A cet effet, cette piste constitue le parent des autres pistes du regard afin de fixer et de limiter l'activité de bornage de la segmentation pour les acteurs dépendants. La direction du regard fait l'objet d'annotations (piste « *DirRegH* »), elle inclut un *vocabulaire contrôlé* basé sur des items égocentrés. L'entité sur laquelle le regard est posé (piste « *ObjRegH* ») a également fait l'objet d'annotations. Ici aussi un *vocabulaire contrôlé* est associé à la piste pour cadrer la liste des possibles et afin d'éliminer les sources d'erreurs de saisie. L'alignement du regard et de la main (piste « *Alignement_regard-main* ») a été noté dans la quatrième piste de la catégorie « *Regard* ». Toutes les annotations qui concernent cette catégorie ont été faites par une personne différente de celles qui ont annoté les autres centres d'intérêts de ce corpus : la gestuelle et le verbal.

La composante verbale/vocale du corpus a été décrite en deux temps et selon deux procédés. Le premier état d'annotation réalisé ('à la main' par un chercheur) a permis d'établir une transcription orthographique précise des deux locuteurs sur la base d'un découpage en énoncés et a donné lieu à une *tokenisation* par mot. La deuxième phase à partir de la transcription orthographique (piste « *ortho* ») a été faite à l'aide du plug-in Easy Align sous Praat et a permis d'obtenir automatiquement un découpage et un alignement par mot (piste « *word* ») sur le signal sonore, une transcription phonologique en Sampa (piste « *phono* ») et lorsque c'était possible un découpage par phonème (piste « *phones* »). Le signal sonore initial utilisé en entrée présentait deux pistes, l'une isolant la locutrice et l'autre mixant les deux locuteurs. Cette absence d'individualisation des signaux a nui à la segmentation et à l'alignement avec Easy Align pour les segments au cours desquels il y avait un chevauchement de parole. Ceci explique les lacunes des pistes « *phones* » et « *phono* ». Ces difficultés ont été contournées par une segmentation et un alignement faits à la main pour la piste mot (« *word* »). Enfin une piste « *mots_déictiques_anaphoriques* » contient les mots ayant l'une de ses valeurs en incluant d'ailleurs les anaphores associatives. Cette ligne n'a fait l'objet d'aucune vérification ou d'aucun double codage.

A l'exception des pistes qui concernent le verbal/vocal et des acteurs « *RegardH* » et « *Alignement_regard-main* », toutes les autres ont un *vocabulaire contrôlé* ; soit 20 sur 27. Les pistes 'enfants' ont un type linguistique associé, le plus généralement avec un *stéréotype* « *Time Subdivision* » (subdivisible, bornes internes déplaçables). Les pistes 'enfants' « *forme-pointage* », « *DirRegH* », « *ObjRegH* » ont un *stéréotype* « *Symbolic Association* » (bornes non déplaçable, non subdivisible). La piste « *Alignement_regard-main* » a quant à elle un *stéréotype* « *Included In* » (possibilité de placer une absence de segment à l'intérieur de l'annotation parente). Les pistes « *Phase_Geste* », « *RegardH* », ainsi que celles du verbal/vocal n'ont pas de *stéréotype* particulier associé.

La granularité des annotations a à voir avec une micro-analyse. A titre d'illustrations pour l'ensemble du corpus, les valeurs médianes des annotations *flex*, *exten*, *abd* et *add*⁷ pour la piste « *MvtMD* » sont respectivement de 0.193 0.155 0.165 0.189 secondes. Rappelons que 0.040s équivalent à une seule image sur les 25 images prises par seconde. On a donc ici des valeurs médianes de durée de segment de l'ordre de 4 images. La piste « *Direction_mouvement* » recouvre des durées similaires, bien que le nombre d'annotations soit supérieur de 20% par rapport aux pistes parentes « *Mvt* ». L'expérience de l'annotation nous a montré qu'on ne peut pas atteindre d'emblée cette finesse-là : une, voire deux étapes intermédiaires de segmentation sont indispensables. Cette granularité très fine est obtenue en cascade lors d'annotations successives de pistes parentes « *Phase_Geste* » puis la piste « *Mvt* » et enfin de la piste « *Direction_mouvement* ». Approximativement à la même échelle de durée figurent les découpages en mots, la valeur médiane pour les 369 mots est de 0,170s. Bien évidemment le découpage en phonèmes est plus fin encore : la valeur médiane des durées est de 0,06s.

⁶ *RegardH* : Regard Homme.

⁷ Le mouvement de flexion est défini pour la main comme le rapprochement de la paume vers l'intérieur de l'avant-bras, l'extension consiste en un éloignement de la face intérieure et, conséquemment, en un rapprochement de la face externe de l'avant-bras. L'abduction manuelle, mouvement du côté du pouce, fait basculer légèrement le plan de la paume dans le plan constitué par l'avant-bras et la main lorsqu'ils sont alignés. Le mouvement d'adduction opère un mouvement dans le même plan, du côté de l'auriculaire. Les valeurs de ces annotations concernent dans ce corpus les mouvements de la main, des doigts, mais également ceux de l'avant-bras voire du bras. Ces mouvements sont alors repérés par les directions reportées sur la main.

Le nombre total d'annotation est 2378. La répartition par catégorie montre un équilibre entre le pourcentage d'annotations verbal/vocal et gestuel respectivement de 47,27% et 43,78%. Une troisième catégorie, celle du regard, est moins représentée puisque regroupant 8,96% du nombre total d'annotations. Si la composante gestuelle s'équilibre avec la composante verbale/vocale du point de vue du nombre d'annotation, le fait est à souligner doublement : d'une part, cet équilibre est plutôt rare dans les annotations pour lesquelles généralement la gestuelle est sous représentée, d'autre part, il ne provient pas d'un effet démultiplicateur dû à la présence des deux mains puisque 88,52% des annotations gestuelles relèvent de la main droite.

Cet équilibre quantitatif entre les composantes *gestuelle* et *verbale/vocale* est d'autant plus important qu'il relève pour ces deux composantes d'annotations *formelles* et non pas *fonctionnelles*. Aucune catégorie grammaticale ni aucune fonction ne sont annotées, il en va de même de la composante gestuelle pour laquelle la fonction du pointage n'est pas prise en compte, aucune catégorisation fonctionnelle en termes de type de gestes n'apparaît ; seul ce qui correspond à une définition formelle du pointage est annoté. On se situe donc sur un même plan d'analyse. Il en va de même des annotations concernant le regard.

2.3 Vocabulaires Contrôlés

Les vocabulaires contrôlés concernent pour l'essentiel des directions que ce soit pour le regard, comme pour la gestuelle. Trois types de directions ressortent des annotations qui concernent l'espace. On trouve pour le regard (piste « *ObjRegard* ») un vocabulaire en lien direct avec la situation d'interlocution qui détaille les entités susceptibles d'être regardées. Ce vocabulaire a été bâti de manière *ad hoc* : une entrée concerne le pouce, longtemps regardé au cours d'une séquence du corpus. A côté de cette annotation spatiale sans repère fixe, on trouve une autre piste « *DirRegH* » pour laquelle l'espace est découpé en directions égocentrées possibles pour le regard (la direction *arrière* est proscrite). On peut d'ailleurs se demander s'il s'agit vraiment ici d'une 'égocentration' ou si on n'est pas en présence d'un repère allocentré sur/par le regard. Pour la gestuelle, les pistes « *Direction alignement* » et « *Direction mouvement* » partagent un vocabulaire contrôlé commun qui découpe l'espace égocentré de manière relative en rapport avec la direction des mouvements visibles sur la main (dont la piste parente est « *Mvt* ») et suivant la flèche de l'alignement des trois segments adjacents formant la composante statique du pointage. Le nombre d'entrées est 27. Il s'agit bien de direction et non pas de localisation aussi chaque catégorie simple (*gauche*, *face*, *arrière*) est-elle suffisante sur sa propre flèche. Nous n'avons pas codé la position dans ce schéma d'annotation. Il nous a paru cohérent pour le pointage –objet principal de l'annotation – de nous limiter aux directions. Le troisième type d'annotation pour l'espace concerne les mouvements associés au pointage ; on peut aussi parler des deux composantes du pointage que nous codons ici : le mouvement et la direction. Ils sont appréhendés non pas d'un point de vue égocentré mais de manière allocentrée sur la main. Les mouvements de cette dernière comme ceux des doigts et des segments plus proximaux (avant-bras, bras) sont rabattus sur le déplacement de la main. L'appréciation de la direction de ces derniers est composite et reprend à la fois des directions de degrés de liberté existant sur la main (*flexion*, *extension*, *abduction*, *adduction*) mais aussi des directions davantage en rapport avec l'alignement des segments adjacents lorsque cela inclut le dos de la paume. Ces deux directions, *distale* et *proximale*, quoique composites par rapport aux directions pré-cités n'ont pas posé de problème de discrimination à l'exception des séquences où le pouce est dressé, ses trois phalanges alignées : l'abduction est alors confondue avec une direction distale pour de faibles amplitudes. Un indice visuel a permis de distinguer les annotations à affecter au mouvement. Par exemple lorsque la main bougeait seule alors l'entrée *abduction* a été choisie, lorsque le mouvement provenait de l'avant-bras ou du bras, alors l'entrée *distale* était préférée. Un type de mouvement n'a pas été retenu, celui de la *pronosupination* (mouvement rotatoire de la main), il ne nous a pas semblé relever d'un mouvement susceptible de porter un pointage.

Le vocabulaire contrôlé associé à la piste « *Type_pointage* » comporte cinq entrées que nous avons déjà détaillées : *toucher*, *tracé*, *direction*, *direction/mouvement* et *mire*. Elles concernent toutes un alignement d'au moins trois segments adjacents (soit deux jointures) et distaux et se différencient entre elles par la composante de mouvement du pointage dont le début est synchrone avec la composante statique (alignement adjacent d'au moins trois segments). Le mouvement aligné avec la flèche du pointage peut être en aller retour (*toucher*), perpendiculaire à cette flèche et coordonné selon un motif (*tracé*), aligné simplement (*direction/mouvement*), aligné également avec une tendance à un mouvement tangentiel accompagné d'un regard dont la direction passe par le bout des doigts (*mire*) ou sans mouvement aligné (*direction*).

L'alignement des trois segments adjacents distaux qui est renseigné dans le vocabulaire contrôlé associé à la piste « *Forme_pointage* » est jugé à l'œil nu. Nous n'avons aucune mesure biomécanique en entrée pour décider de manière précise et constante de la fourchette angulaire acceptable pour l'alignement. Au

demeurant, la discrimination visuelle est moins bonne pour les angles des segments courts (les phalanges) que pour ceux compris entre la paume et l'avant-bras. Toutefois le jugement de l'alignement est fait sur l'ensemble des segments et non pas pour chaque jointure. Une contrainte de mesure angulaire à chaque jointure à partir des données biomécaniques par exemple amènerait à accroître la courbure à mesure de l'augmentation du nombre de segments jugés alors comme alignées. Ainsi, pour un angle de 10° de part et d'autre d'un alignement parfait et compte tenu de l'addition à chaque segment supplémentaire, on aurait *in fine* un cumul possible de 60° en remontant jusqu'au bras. Ceci ne constitue pas précisément un alignement. Il faudrait donc adjoindre à des contraintes angulaires une composante de longueur de segments. Au demeurant, la prise en compte de la composante anatomo-physiologique du membre supérieur semble indispensable : les degrés de liberté des doigts offrent des butées articulaires propres à favoriser un alignement (extension 0° des phalanges) ainsi que le bec de l'olécrane au niveau du coude qui bloque peu ou prou l'avant-bras dans un alignement au bras (extension 0°), il en va différemment du poignet pour lequel aucun élément anatomique ne stabilise une position d'alignement entre la main et l'avant-bras. Du point de vue formel, un alignement sur une butée articulaire ne correspond pas à un alignement en l'absence de butée. On peut incriminer la laxité, voire chez certaines personnes l'hyper-laxité des jointures d'exercer une influence sur la fourchette angulaire pour définir l'alignement. Cela signifie concrètement que la mesure de ce qui relève ou non d'un alignement serait idiosyncrasique. Sans être complet sur ces questions définitoires, un dernier point retient tout de même l'attention, celui d'une possible asymétrie de latitude angulaire encadrant l'alignement entre la butée articulaire d'une jointure favorisant l'alignement des deux segments adjacents (extension 0° en butée articulaire) d'un côté, et le pôle opposé du même degré de liberté ouvert quant à lui sur une amplitude telle que rien ne stabilise un alignement (flexion 90°). En l'absence d'indices contextuels verbaux et visuels et en partie pour ces raisons d'asymétries anatomiques, un bornage angulaire automatique de ce qui relève d'un alignement ne serait peut-être pas le même selon les degrés de liberté, selon les segments et selon les personnes.

3 Quelques résultats

Afin de déterminer le nombre de pointages secondaires par rapport aux pointages principaux, il faut tout d'abord connaître le nombre d'annotations pour la piste « *MvtMD* »⁸. En effet, le nombre d'annotations de cette piste y compris pour l'entrée 'aucun' (mouvement) donne l'ensemble des mouvements effectués pendant les alignements d'au moins trois segments adjacents. Pour déterminer le nombre de pointages secondaires il faut retrancher le nombre de pointages principaux, à savoir tous les mouvements *distaux*, *proximaux*, *ARdistaux*, *ARproximaux* ainsi que les pointages *mires* et les mouvements associés temporellement à un type de pointage *tracé*. Tous ces mouvements relèvent d'un pointage principal. Il y a plusieurs mouvements par pointage/tracé puisqu'il s'agit pour l'essentiel de traçage de ronds-points dans le corpus.

$$Pt\ second = \sum MvtMD - (MvtMD\ tracé + MvtMd\ (dist,\ prox,\ ARdist,\ ARprox) + MvtMd\ mire)$$

$$90 = 196 - (44 + (28 + 8 + 10 + 1) + 15)$$

On a donc à peu près autant de pointages principaux que de pointages secondaires : une centaine. Une part de ces pointages secondaires et principaux relève pourtant d'Unités Gestuelles (gestes iconiques) comme nous allons le voir. Une question théorique se pose néanmoins, celle d'un empilement possible des espaces et de la composition sémantique qui en résulte. Ainsi, des Unités Gestuelles peuvent être 'situées' au sens où si leur signification redevable d'un schéma d'action des degrés de liberté dessine un geste dont la direction est dépendante du schéma d'action, elles n'en sont pas moins placées dans l'espace fût-il allocentré. Une séquence l'atteste au cours de laquelle le locuteur utilise une Unité Gestuelle composée de mouvements de supination, d'*extension* et d'*abduction* de la main, qu'on peut étiqueter comme 'présenter' (processus). L'énoncé : « le musée d'art contemporain qui est intéressant à voir »⁹ présente cette UG en face et légèrement à la droite du locuteur, alors que juste avant dans l'énoncé (accompagnant « contemporain ») un pointage principal avait été effectué à sa gauche situant le musée à cet emplacement. Le fait de 'présenter' gestuellement en face porte l'intérêt à voir ce musée à l'attention de l'interlocutrice ; à ce titre l'UG est bien située de manière allocentrée (l'interlocution) et ajoute donc un pointage à l'Unité Gestuelle 'présenter',

⁸ Nous nous concentrerons sur la main droite, le nombre de pointages de la main gauche et faits par les deux mains étant négligeable.

⁹ Le mot souligné prononcé entre 00:48.248 et 00:48.676 accompagne les mouvements de cette UG.

pointage qui est secondaire étant donné que l'élément principal est ici une UG. Cet allocentrage sur l'interlocution s'effectue par l'intermédiaire d'un mouvement de l'avant-bras qui appartient bien à l'alignement à ce moment-là ; toutefois au lieu d'avoir le décompte de deux pointages secondaires (*extension* et *abduction*) nous n'en avons qu'un seul : celui de l'interlocution, orienté vers la locutrice, porté par l'alignement dont la pointe est constituée par les doigts.

3.1 Durée moyenne des annotations de la piste « *MvtMD* »

Quelques récurrences apparaissent dans les entrées de la piste « *MvtMD* ». Celles qui ont été étudiées à ce stade concernent les entrées simples d'un côté et les entrées en aller-retour de l'autre pour les degrés de liberté *flexion*, *extension* et *abduction*. Les durées moyennes ne sont pas très différentes entre les mouvements simples et ceux en aller-retour ce qui tend à montrer qu'on a un sorte de tempo commun peu soumis à des déplacements significatifs redevables de localisations égocentrées. On pourrait s'attendre à ce que la durée moyenne soit deux fois plus longue pour les mouvements en aller-retour, il n'en est rien. Ceci tend à montrer que ces mouvements fonctionnent selon un schéma directionnel plutôt que localisateur. Un autre argument allant dans le même sens a trait aux amplitudes maximales différentes entre la flexion (90°) et l'extension (90°), d'une part, et à celles de l'abduction (30°) et de l'adduction (45°), d'autre part : elles ouvrent sur un angle entre 2 à 3 fois moins important pour cette dernière paire. Pourtant ne remarquant pas d'impact sur la durée moyenne, le mouvement n'est pas même lié à une localisation de type allocentré par rapport à l'espace que couvre chaque degré de liberté.

Entrée de la piste <i>MvtMD</i> (nbre)	Durée moyenne des annotations en s.
FLEXION (26)	0,218
A-R FLEXION (13)	0,292
EXTENSION (26)	0,229
A-R EXTENSION (5)	0,261
ABDUCTION (27)	0,209
A-R ABDUCTION (11)	0,420
ADDUCTION (25)	0,217
A-R ADDUCTION (6)	0,290

Tableau 12 : Durée moyenne d'annotations relevant de la piste « *MvtMD* »

On remarque pourtant que l'entrée *A-R abduction* dure en moyenne deux fois plus que le mouvement simple équivalent. Ceci est dû au fait que dans la moitié des cas (6 sur 11) le mouvement d'abduction en aller retour est impliqué dans le schéma d'action d'une UG dont 5 de ces 6 relèvent de l'étiquette 'aller'. Le schéma d'action de cette étiquette est ici réduit au seul mouvement d'abduction. Ce dernier couvre donc la durée de ce que normalement 2 mouvements couvrent (synchronie gestuel-verbal/vocal).

4 Discussion

Nous allons montrer l'existence de pointages secondaires associés la plupart du temps à des bâtons qui viennent scander le rythme parolier. Nous aurions à faire à des *beats* dans la classification de McNeill. Il ne fait pas de doute que bon nombre d'indices poussent vers cette interprétation : la durée similaire à celle des mots, la durée moyenne approximativement identique quel que soit le type de mouvement (simple ou en aller-retour), la décomposition binaire de ces mouvements et non pas ternaire (préparation, *stroke*, rétractation) des gestes iconiques.

Pourtant contrairement aux pulsations musicales, on distingue ici des directions qui semblent avoir été oubliées dans la classification. Certes, des mouvements en aller-retour surgissent mais du moins le font-ils selon des directions. A titre d'exemple le pointage secondaire sous forme de mouvement de flexion accompagnant le mot « hiver » (01:21.683) orienté vers l'arrière ressort d'un pointage principal tourné vers l'expression de l'antériorité. Ce mouvement scande bien le mot « hiver », sa direction exprime néanmoins doublement l'antériorité par un mouvement de flexion d'une part (Calbris 1990, p90) et par la direction arrière du mouvement (Calbris & Montredon 1986, ill.140). La scansion par déplacement de segments dans l'espace ne peut faire fi des directions, à moins de penser que le corps n'est pas orienté. Il semble d'ailleurs que l'interprétation usuelle des axes du temps (Calbris 1990, Cuxac 2000) même inversé (futur en arrière, passé devant, entre autres Nuñez & Sweetser 2006) puisse être générée par un cadre de référence non pas égocentré mais allocentré sur la main pour lequel la flexion est rectrice du passé et le mouvement d'extension du futur. Cette interprétation pourrait convenir au changement d'orientation de l'axe temporel (passage d'un axe frontal [gauche correspondant au passé, droite au futur, pour une position intermédiaire de la main droite] à un axe sagittal [arrière-passé, avant-futur, pour une position de supination de la main]). Elle pourrait également rendre compte d'un axe sagittal pour lequel le passé est figuré vers l'avant et le futur vers l'arrière : une flexion de la main signifiant toujours le passé en position de pronation l'orienté vers l'avant, tandis qu'un mouvement d'extension de la main signifiant le futur en position de pronation l'orienté vers l'arrière.

Nous avons assigné une valeur à l'ensemble des annotations des entrées *flex*, *exten*, *abd*, *add*, *ARflex*, *ARexten*, *ARabd* et *ARadd* de la piste MvtMD (mais également *distal*, *proximal*, *ARdistal* et *ARproximal*). Ces valeurs peuvent être multiples par annotation. Elles relèvent a/du pointage, b/d'une valeur iconique ou c/de la préparation d'un geste en plus d'une valeur de bâton qui ne figure pas ici mais qui sous-tend *a priori* tous ces mouvements. Pour le pointage on distingue deux types d'items : ceux qui marquent une relation co-occurrence (au *catchment* près) avec ce à quoi renvoie chaque mouvement, on a alors des valeurs déictiques, et ceux qui marquent une relation non alignée temporellement avec ce à quoi renvoie le mouvement et hors *catchment* commun, on a à faire alors à des valeurs anaphoriques (voir *infra*, partie 1). Les référents répondent aux deux canaux vocal/verbal et gestuel. Ces référents sont désignés par *dv* (déictique verbal), *dg* (déictique gestuel), *av* (anaphore verbale), *ag* (anaphore gestuelle). Pour les déictiques nous avons noté le référent et la durée de chevauchement entre le pointage et le référent auquel il renvoie. Pour l'anaphore, nous avons noté la durée entre le début du pointage et le début du référent, certaines durées dépassent 2 secondes. Nous avons également noté la valeur iconique d'un regroupement de pointages secondaires lorsqu'un schéma d'action émerge d'un ou de plusieurs mouvements latéraux consécutifs de la main droite. Nous avons vu que malgré l'accaparement par une Unité Gestuelle de plusieurs mouvements latéraux, il est parfois possible de considérer qu'un pointage secondaire apparaît dans l'emplacement particulier dans lequel se situe cette UG. Dans ce cas, plusieurs mouvements latéraux regroupés au sein d'une UG définissent un pointage secondaire. Lorsqu'on a un alignement digito-manuel, pouce orienté vers le haut, l'auriculaire vers le bas, par exemple en 01:16.774 (« là au bout de la route ») pour lequel on a un mouvement d'abduction répété (mouvement vers le pouce) alors la valeur est très nettement iconique et marque à la fois l'action (UG d'étiquette 'aller'), la direction (pointage principal) et la situation de la route par rapport à un état antérieur dans le cheminement (la main est à hauteur de visage, pointage secondaire). On a également des schémas d'action (coordination du mouvement de plusieurs degrés de liberté faisant sens) notamment en 00:45.138 (« avec le musée d'art heu ») avec une association de mouvements *add* et *exten* pour une position de la main en supination redevable d'une Unité Gestuelle étiquetée 'constat'. Enfin, et c'est assez rare, nous avons quelques mouvements de préparation comme des rétractations sous forme de mouvement d'adduction (vers l'auriculaire) qui précèdent des mouvements d'abduction (vers le pouce) qui marquent la direction à prendre.

Chaque segment annoté de la piste MvtMD peut avoir plusieurs valeurs, en fait de 1 à 3. Ces pourcentages figurent dans le tableau ci-dessous. Ceci permet de comprendre que la somme des pourcentages par entrée est supérieure ou égale à 100%.

	i (iconic)	dv	dg	av	ag	Prépa	simple	double	tripl
Flex (n : 25)	52,00%	44,00%	0,00%	16,00%	12,00%	12,00%	44,00%	48,00%	8,00%
Exten (n : 26)	65,38%	46,15%	0,00%	19,23%	26,92%	11,54%	23,08%	50,00%	26,92%
Abd (n : 27)	66,66%	51,85%	3,70%	11,11%	11,11%	3,70%	22,22%	62,96%	14,81%
Add (n : 25)	52,00%	40,00%	4,00%	8,00%	4,00%	20,00%	40,00%	56,00%	4,00%
ARflex (n : 13)	14,29%	21,43%	0,00%	78,57%	14,29%	0,00%	85,71%	0,00%	14,29%
ARexten (n : 5)	0,00%	40,00%	0,00%	60,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%
ARabd (n : 11)	54,55%	45,45%	0,00%	54,55%	18,18%	0,00%	45,45%	36,36%	18,18%
ARadd (n : 6)	66,67%	66,67%	0,00%	33,33%	16,67%	0,00%	33,33%	33,33%	33,33%

Tableau 2 : Valeurs attribuées aux segments de la piste « MvtMD »

Dans ce corpus, il n'y a guère de déictiques renvoyant à un référent gestuel (*dg* : 2 cas). La cohésion médiante gestuelle ne semble pas assurée par des pointages si tant est qu'elle en ait besoin. Rappelons ici le choix privilégié par le locuteur d'une utilisation mono-manuelle. Il en va différemment des anaphores gestuelles (*ag* : geste renvoyant à un geste) composant environ 14% des cas. Une cohésion gestuelle coverbale est donc bien en place. La présence d'anaphores verbales (*av*, renvoyant vers un mot ou un syntagme vocal/verbal) est différenciée selon le type de mouvements : proportionnellement très présentes pour les mouvements en A-R, elles renvoient alors dans 50% des cas à une recherche de mots (A-Rflex) et rejoint par là les constats sur l'élaboration cognitive commune entre une composante vocale/verbale et une composante gestuelle. En outre, on peut remarquer que les mouvements simples présentent proportionnellement peu de fonctions renvoyant à des *av*. Même si on ne peut pas parler de spécialisation formelle pour ce type d'anaphores – il y a tout de même 14 occurrences d'*av* pour les mouvements simples – la proportion de ce type d'anaphores rapportée à chaque type de mouvement montre bien une préférence formelle du locuteur pour les mouvements en A-R (62,8%) au détriment des mouvements simples qui ne remplissent que dans 13,6% des cas la fonction d'anaphore à référent vocal/verbal. Les renvois gestuels vers des référents vocaux/verbaux semblent plus relever d'une conception temporelle que spatiale. Tout semble se passer comme si le moment du renvoi était signalé. Il l'est spécifiquement par l'utilisation de mouvements en A-R, bon candidats pour exprimer un instant. Il ne s'agit pas d'une spatialisation de la ligne du temps qui transposerait dans l'espace la durée séparant le geste anaphorique du moment où a été émis le référent vocal/verbal, mais plutôt du signalement du moment où pourrait s'insérer le référent vocal/verbal dans le discours. Ce signalement est effectué dans 41,6% des cas par un mouvement de flexion (en A-R et simple) contre 25% attendu dans une distribution aléatoire. Aucune égocentration dans la direction de ces mouvements ne transparaît : les anaphores sont faites dans toutes les directions *arrière*, *haut*, *bas*, *avant*, *gauche* ou *droite*, bien évidemment dans des proportions différentes et qui respectent les orientations privilégiées des mouvements. Il semble donc qu'une allocation prévale dans l'expression gestuelle des anaphores à référents verbaux, celle d'une flexion manuelle.

Au demeurant, nous avons codé la place du référent par rapport au geste de pointage secondaire : soit le référent vocal/verbal est émis avant le pointage (codage négatif de la durée par rapport au pointage) soit le référent vocal/verbal suit le pointage (codage positif de la durée par rapport au pointage). Dans 60% des cas

d'anaphores à référents vocaux/verbaux (*av*), la durée entre le pointage et le référent est positive (pointage précède le référent) et dans 40% des cas, la durée est négative (référent vocal/verbal précède le pointage). Pourtant la répartition entre mouvements simples et mouvements en A-R n'est pas homogène : 57% des *av* négatifs sont faites avec des pointages simples, tandis que seulement 28% le sont avec des pointages en A-R. Ceci tend à montrer que le locuteur utilise plutôt des mouvements simples pour les pointages anaphoriques dont le référent verbal précède le geste comme si la fonctionnalité temporelle d'instantanéité du mouvement en A-R ne pouvait suffire à placer l'anaphore. Un référent vocal/verbal placé avant le geste anaphorique appelle majoritairement un pointage dont l'acmé dure, marquant plus le lien de référence que l'insertion ponctuelle dans le discours voco/verbo/gestuel que produit un mouvement en A-R.

Les déictiques verbaux (colonne *dv*) semblent davantage relever de mouvements simples que de ceux en A-R. Deux biais méthodologiques ont été évités dans ce décompte : a) celui du nombre effectif de déictiques dans les pointages/tracés figurés par les tours de « rond-points » ; b) ceux des UG qui rassemblent 2 mouvements. De la même manière les gestes iconiques (*i*) apparaissaient à chaque mouvement latéral décrivant un tour, aussi étaient-ils sur-représentés dans un premier décompte (le tableau 2 tient compte de ces biais).

On remarque un déficit de déictique verbal (*dv*) pour le mouvement ARflex (21,43%) et au contraire une sur-représentation de ce même mouvement pour l'anaphore verbale (*av*, 78,57%). Il apparaît que ce mouvement ressort plus d'un renvoi anaphorique que d'un déictique. La spécialisation va même plus loin puisque 100% des 11 cas de Mvt ARflex d'anaphore à référent verbal (*av*) relèvent d'une recherche de mot. Ceci pourrait expliquer en partie le déficit de ce mouvement à représenter un déictique. Les autres mouvements associés à une recherche de mots sont soit une flexion simple (1 cas) soit deux cas d'extension simple et un d'extension en A-R. Les orientations dans l'espace de ces mouvements sont certes majoritairement à *gauche* et en *arrière*, mais les directions *avant*, *droite*, *arrièrebas* sont aussi présentes. Cette recherche de mots pourrait être associée sur une ligne du temps (frontale ou sagittale) à des mouvements de faibles amplitudes voire des oscillations des doigts ; ceci correspond aux cas mentionnés ici. Il semble même que ces mouvements peu amples soient effectués de part à d'autre d'un présent d'énonciation majoritairement par des flexions pourtant plutôt redevables de l'expression du passé, tandis que des mouvements d'extension, très minoritaires dans la recherche discursive, figureraient le futur. Cette apparente inversion de la flèche du temps qui accompagne la recherche d'un mot n'a pas vraiment lieu d'être pour des mouvements de si faible amplitude (épaisseur du présent ?), d'une part, et est grandement facilitée du côté de la flexion (digitale et/ou manuelle) tandis qu'elle est bloquée du côté de l'extension (butées articulaires digitales des phalanges), d'autre part.

Nous avons montré que le déplacement de la définition usuelle d'un pointage (index pointé tandis que les autres doigts sont fléchis, vers l'alignement d'au moins trois segments adjacents distaux) élargit considérablement le nombre d'unités de pointage dans le corpus, mais également accroît le champ des possibilités d'indexation puisque des pointages secondaires plus brefs apparaissent, susceptibles d'utiliser un tempo davantage en rapport avec le débit parolier. L'annotation des mouvements adoptée ici sur la base d'une allocentration sous forme d'annotation par les degrés de liberté manuels apporte quelques éléments de recadrage sur la description plus classiquement égocentrée de la gestuelle. L'une des premières conséquences de cette description allocentrée est la précision qu'elle offre : on a ici 6 items que l'on peut suivre même dans des orientations en diagonale, voire changeantes au cours du mouvement. La description classique égocentrée est moins robuste, moins précise parce qu'extérieure au segment qui bouge. Sa granularité est plus grossière (3 axes *fixes*) et les annotations plus indécidables autour des bissectrices, en sorte que, particulièrement pour des mouvements de faible amplitude, la marge d'erreur est telle qu'*in fine* seuls des mouvements de grande amplitude sont notés. Les conséquences sont massives et enchaînées : a) distorsion temporelle entre une annotation gestuelle grossière et une finesse d'annotation vocale/verbale ; b) annotation globale de gestes plus que de la diversité des mouvements les composant ; c) forte tendance à une réduction d'annotation des directions des gestes aux axes cartésiens égocentrés (*avant/arrière*, *haut/bas*, *gauche/droite*) au détriment d'une annotation dynamique des mouvements. Ces éléments 'techniques' obèrent les comparaisons entre le vocal/verbal et la gestuelle co-occurrence. Ils limitent le passage d'un type d'annotation à l'autre (égocentré vers allocentré) à cause des différences de granularités. Finalement, ils interdisent de fait l'émergence d'hypothèses sur la composition/décomposition des gestes. *A contrario*, nous avons montré ici qu'une annotation allocentrée permet un passage vers l'égocentration, qu'elle offre une précision descriptive et une finesse poussée jusqu'à la décomposition des gestes en mouvements successifs.

Cette précision qu'elle offre une annotation allocentrée nous a permis de montrer ici : a) le nombre de pointages secondaires et d'aborder leur distribution en catégories ; b) une description récurrente d'Unités Gestuelles (iconiques) sous la forme d'association de degrés de liberté indépendamment de la direction dans l'espace

de ces mouvements ('aller', 'présenter', 'constater', 'partir') ; c) une spécialisation du mouvement de flexion simple ou en A-R vers le pointage secondaire anaphorique à référent vocal/verbal ; d) la composition/décomposition importante des valeurs au sein d'un même geste.

Références

BOUTET, D., CUXAC, C. (2001). 'Approche Morpho-dynamique Du Sens Dans La Gestuelle Conversationnelle', Paris : Université de Paris VIII.

BOUTET, D. (2008). 'Une Morphologie De La Gestualité : Structuration Articulatoire', *Cahiers De Linguistique Analogique*, N°5, Dijon : Abell, 80-115.

BOUTET, D. (2010). 'Structuration Physiologique De La Gestuelle : Modèle Et Tests', *Lidil, Multimodalité De La Communication Chez L'enfant*, Jean-Marc Colletta, Agnès Millet et Catherine Pellenq Eds, 77-96.

CALBRIS, G. (1990). *The Semiotics of French Gestures*, Advances in Semiotics, Bloomington: Indiana University Press.

CALBRIS, G., MONTREDON, J., ZAÛ. (1986). *Des Gestes Et Des Mots Pour Le Dire*, Mini-dictionnaires, R. Galisson Eds, Paris : CLE International.

CLARK, H. H. (2003). 'Pointing and Placing', dans *Pointing Where Language, Culture, and Cognition Meet*, Kita, Sotaro eds, Mahwah, London : Lawrence Erlbaum Associates, 243-268.

CUXAC, C. (2000). *La Langue Des Signes Française (LSF) : Les Voies De L'iconicité*, Paris, Gap: Ophrys.

ECO, U. (1977). *A Theory of Semiotics*, Critical Social Studies, London : Macmillan.

KENDON, A., VERSANTE, L. (2003). 'Pointing by Hand in « Neapolitan »', *Pointing Where Language, Culture, and Cognition Meet*, Kita, Sotaro eds, Mahwah, London : Lawrence Erlbaum Associates, 109-138.

MCNEILL, D. (1992). *Hand and Mind : What Gestures Reveal About Thought* Chicago, London : University of Chicago press.

NUÑEZ, R. E., SWEETSER, E. (2006). 'With the Future Behind Them: Convergent Evidence from Aymara Language and Gesture in the Crosslinguistic Comparison of Spatial Construals of Time', *Cognitive Science* , 401-450.

WILKINS, D. (2003). 'Why Pointing With The Index Finger Is Not a Universal', *Pointing Where Language, Culture, and Cognition Meet*, Kita, Sotaro eds, Mahwah, London : Lawrence Erlbaum Associates, 171-216.

Boutet, D. (2005). Pour une iconicité corporelle. In *Atelier Traitement Automatique des Langues des Signes (TALS), TALN 2005* (p. <http://tals.limsi.fr/tals2005/s1.pdf>). Dourdan, France. Consulté à l'adresse <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00609046>



Pour une iconicité corporelle

Dominique Boutet

► **To cite this version:**

Dominique Boutet. Pour une iconicité corporelle. Atelier Traitement Automatique des Langues des Signes (TALS), TALN 2005, Jun 2005, Dourdan, France. <http://tals.limsi.fr/tals2005/s1.pdf>, 2005. <hal-00609046>

HAL Id: hal-00609046

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00609046>

Submitted on 18 Jul 2011

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Pour une iconicité corporelle

Dominique Boutet

LEAPLE (UMR 8606) – Université Evry Val d'Essonne, IUT Brétigny
Château La Fontaine, Chemin de la tuilerie, 91731 Brétigny s/Orge
dboutet@noos.fr

Mots-clés : Iconicité, praxéologie, langue des signes.

Keywords: Iconicity, praxeology, sign language.

Résumé Un point central de la théorie de Christian Cuxac, soit la structuration iconique des langues des signes, permet d'inclure une iconicité qui dépend du corps. Cette iconicité-là est particulièrement productive de sens dans la mesure où des objets dépendent du mode de fabrication et/ou de manipulation. Leur représentation gestuelle dépend par conséquent du corps. Les activités gestuelles de création symbolique et technique placent le corps au centre d'un dispositif cognitif de représentation.

Abstract One of the aims of the Christian Cuxac's theory, namely the iconic structuration of sign languages, allows including an embodied iconicity. This kind of iconicity has specifically a good sense's output. Some objects depend on the modality of manufacture and/or handling's modality. So, their representation in gesture depends on the body. Gesture activities of symbolic and technical creations invest the body in the center of representation's cognitive organisation.

1 Le modèle de structuration iconique comme cadre théorique de prise en compte...

Le modèle de structuration iconique de la LSF de Christian Cuxac (Cuxac, 2000) repose sur une conception unitaire de l'espace pris comme étendue : pour lui, les trois dimensions de l'espace sont utilisées en LSF pour générer, ainsi qu'organiser des espaces sémantisés par les gestes, la mimique, les regards et les déplacements posturaux ; c'est le même espace que celui où l'on évolue, dans lequel par conséquent les objets et les phénomènes se placent ou se déroulent. L'espace tridimensionnel ainsi défini constitue donc un support, autrement dit une étendue sur laquelle s'inscrit du sens donné par la LSF. De plus, la nature de cette étendue permet une simultanéité possible des signes et elle ne semble pas contraindre la mise en forme pour les signes (Cuxac, 1998, 2000, 2003) ; au contraire, cet espace support facilite et démultiplie même certainement la combinatoire à l'œuvre dans la production gestuelle. La matérialité du geste est alors assumée par le corps qui utilise cet espace quadridimensionnel (l'espace plus le temps) à sa disposition.

2 ...Du corps comme substrat

En première analyse, on devrait appréhender le corps comme un véritable substrat qui génère des différences ici et là, grâce aux conformations stabilisées de ses segments et naturellement selon une iconicité générale. De plus, l'iconicisation de l'expérience perceptivo-pratique – qui est le processus cognitif à la base des créations de signe – (Cuxac, 1998, 2000) place le corps en position de rejouer des schémas d'actions pour lesquels une iconicité non pas seulement imagique ni seulement diagrammatique mais aussi corporelle structure *a priori* les signes des très nombreux objets artefactuels manipulés (marteau, ouvre-boîte, tournevis, balai...), naturels et manipulés (pomme, sable, pierre, steak...). Ainsi, le corps devrait participer comme substrat au canon de cette iconicité (Eco, 1988). On ne trouve pas de trace de la prise en compte d'une telle iconicité même si le mécanisme général décrit dans la théorie de Christian Cuxac le permet. Je propose d'élargir la seule conception contraignante des articulations, vues comme de simples ajustements facilitateurs de la production gestuelle (Cuxac, 2000, 2004) à une prise en compte praxéologique où la proprioception complèterait la vision comme modalité structurante pour certains signes. L'intérêt d'une telle incorporation du corps dans la théorie de l'iconicité serait limité s'il ne s'agissait que d'une addition ou d'une précision. Je crois qu'elle s'étend de fait bien au-delà : elle modifie la conception de l'espace de signation autant qu'elle permet de préciser un modèle de va et vient entre les modalités visuelle et proprioceptive. Au demeurant, le corps fabrique des objets, il modèle leurs formes et, pour les langues gestuelles, il fabrique du sens.

2.1 Influences des objets artefactuels et/ou manipulés

Les objets artefactuels constituent la liste principale des objets à représenter. Leur mode de production et de manipulation, voire les deux, implique une omniprésence gestuelle souvent multiséculaire, parfois multimillénaire. À ce titre, la tendance vers leur maximum d'efficacité qu'André Leroi-Gourhan (Leroi-Gourhan, 1964) voit dans l'évolution des objets, implique une adaptation fonctionnelle de la forme et même de la matière de l'objet. En conséquence, une adaptation gestuelle s'effectue tant dans le mode de fabrication que dans l'utilisation de

l'objet façonné. Ayant ainsi évolué, certains objets n'ont plus changé de forme depuis longtemps : ils sont stabilisés tout comme leurs modes d'utilisation. Étant donné qu'une part parfois importante de leur forme dépend de la manipulation qu'on en fait, on peut supposer que la structuration de leur représentation gestuelle réside davantage dans leur mode d'utilisation que dans la saisie visuelle de leur forme.

2.2 Iconicité corporelle

Ainsi, pour ces objets l'iconicité met *a priori* plus en jeu des schémas d'action liés à leur manipulation. En l'absence de ces objets, la proprioception constitue une limitation formelle incorporée ([TOURNEVIS] tourne jusqu'au maximum de la supination, [MARTEAU] percute au maximum de l'adduction manuelle, [CAFÉ] par déplacement se dévisse et se revisse dans l'encadrement maximum donné par les extensions/flexions manuelles). La stabilisation réside souvent dans des amplitudes de mouvement contraintes par le ou les degrés de liberté en mouvement étant donné la configuration utilisée et/ou l'emplacement où l'action a généralement lieu (c'est le cas de [COFFRE] ou de [RÉFRIGÉRATEUR] mais aussi [ACCROCHER UN TABLEAU]...). L'utilisation de l'espace dépend ici des rapports que le corps entretient avec le monde et singulièrement des rapports que le corps construit avec le monde à travers des objets manufacturés.

L'espace de signation est alors moins une étendue qu'une mise en scène de formes gestuelles reliées et organisées **autour** d'une absence jamais dessinée, celle de l'objet. L'espace n'est pas étale, il est en creux. Il n'est plus seulement un support neutre mais participe pleinement à la représentation comme substrat y compris pour des portions de l'objet qui ne sont même pas désignées (l'abattant et la charnière du [COFFRE]) : l'espace se densifie à certains endroits. Il répond à une continuité et, pour cet exemple, à celle d'un objet-plan plutôt long, saisissable à deux mains, qui pivote autour d'un axe distant et qui exerce un jeu de contraintes sur les formes gestuelles.

3 ...Du corps comme générateur de formes objectales

En même temps, les formes des objets dépendent directement de leurs interactions avec le corps ; (un tournevis présente ces proportions et cet allongement du manche en raison d'une bonne prise en main et d'une force de rotation importante et axiale de la prono-supination). On peut dire que le corps exerce son empreinte jusque sur la forme de tous les outils et de bon nombre d'objets. Il constitue dès lors un des moules phylogénétique essentiel à l'aboutissement des formes que les hommes ont produites, bien plus contraignant en tout cas que tous les embellissements stylistiques très souvent imagiques portées aux productions humaines. Le corps est donc lui aussi un substrat, il génère des formes objectales et symboliques.

En outre, il me semble qu'une prise en compte praxéologique du corps dans la théorie de l'iconicité ré-articulerait la gestualité symbolique avec la praxis et donc la technique, l'autre grande activité anthropologique. Cela permettrait de replacer l'activité cognitive de représentation au centre de la praxis (création d'objets) et de la symbolique (création de sens). Cela éviterait de ne prendre en compte que le seul référent objectal du trébuchet ou de la balance à double plateau pour les signes [BALANCE] ou [PESER], alors que derrière ce

signifiant figure certainement l'origine gestuelle de la pesée et, par la suite, dans la phylogénèse, l'origine de l'objet.

4 ...Du corps comme aide au Traitement Automatique

Derrière l'objet BALANCE et son signe, on voit le générateur gestuel contemporain, voire antérieur, à la création du référent *peser*, cela quelle que soit la langue orale ou gestuelle. Il en va de même pour *percuter*, *frapper*, *gratter*, *couper*, *écraser*, *séparer*... L'iconicité est bien corporelle puisque le référent, l'ancrage, la primitive sont corporels. Ces schémas d'action, générateurs de nombreux objets aux lignées connues, sont-ils productifs de concepts dont on pourrait suivre aussi le lignage ? On part ainsi d'un substrat continu, le corps, qui permet de tracer des filiations gestuelles. Ce n'est pas le cas pour les signes non objectaux ou pour ceux dont le signifiant reprend la forme du référent ; leur structuration est telle que le corps n'est déjà plus qu'un support.

Les schémas d'action qui correspondent à une manipulation d'objets naturels et/ou à une empreinte dialectique exercée entre les objets et la gestuelle, mènent à penser que l'orientation, la configuration, l'emplacement, le mouvement ne répondent pas tous ensemble à une structuration de type morphémique. Une approche paramétrique n'est pas opérante pour ces signes.

Il ne semble pas légitime pour le signe [COFFRE] de distinguer la saisie, c'est-à-dire la configuration, l'orientation de la main, son emplacement et le type de courbe que provoquent les mouvements de l'avant-bras et du bras. Ce signe forme un tout sans lequel on ne peut voir à quoi il réfère. Il s'agit bien ici d'un signe qui s'organise autour de l'absence d'un objet. Il en va différemment d'autres signes qui, eux, s'organisent autour de paramètres. Dans une première approche, ces signes-là marquent la présence d'un objet [CISEAUX] ou d'une entité [PERSONNE], [ARBRE], [VACHE] non plus autour de celle-ci mais par celle-ci, même de manière partielle. Cet état de fait reste à vérifier pour l'ensemble du lexique standard.

Références

CUXAC, C. (1998), Constructions de références en Langue des Signes Française, *Sémiotiques*, Vol. 15, pp.85-105.

CUXAC, C. (2000), La Langue des Signes Française, les voies de l'iconicité, *Faits de Langues*, Vol. 15-16, pp.391.

CUXAC, C. (2003), Iconicité des langues des signes : mode d'emploi, *Cahiers de linguistique analogique*, Vol. 1, pp.237-263.

CUXAC, C. (2004), Phonétique de la LSF : une formalisation problématique, *Sillexicales*, Vol. 4, pp.93-113.

ECO, U (1988), *Le signe*, Bruxelles, Labor.

LEROI-GOURHAN, A (1964), *Le geste et la parole*, Paris, Albin Michel.

Boutet, D., & Cuxac, C. (2008). Le signifiant gestuel : langue des signes et gestualité ; Avant-Propos. *Cahiers de linguistique analogique*, n°5, (N°5), 2-15.

AVANT-PROPOS

Dominique BOUTET
Université Evry et UMR 7023

Christian CUXAC
Université Paris 8 et UMR 7023

Le continuum dit de Kendon, institué par David Mc Neill (1992) connaît, toute chose égale par ailleurs, le même destin que l'organisation paramétrique des langues des signes découvert par Stokoe (1960), celui d'une structuration puissante et pérenne des objets que ces modèles à l'origine, éclairaient. Si l'idée même de *continuum* a été discutée par l'auteur éponyme (Kendon, 1988, 2004 : 104) comme une interprétation faite par McNeill (1992, puis 2000 et 2005), elle n'en demeure pas moins acceptée comme base commune ; geste fondateur des études modernes portant sur la modalité gestuelle. Ce continuum dresse un tableau complet et organisé de la gestualité comme moyen d'expression allant des *gestes idiosyncrasiques*, en passant par la *gestuelle co-verbale*, incluant la *pantomime*, insérant à ce niveau les *emblèmes* et aboutissant aux *langues des signes*. Dans une acception plus récente (McNeill, 2000, 2005), le nombre d'éléments est réduit (*Gesticulation* > *Pantomime* > *Emblems* > *Sign Language*). Le continuum se multiplie en un ensemble de quatre *continua* qui courent quelque peu différemment le long de cette linéarité

modifiant d'ailleurs la position des éléments centraux, conservant toutefois les deux extrêmes à leur place. Nonobstant ces modifications, l'essentiel reste : on y voit la nécessité de la parole (*continuum 1*) diminuer de la gauche vers la droite jusqu'à disparaître, les propriétés linguistiques (*continuum 2*) croître dans la même direction, la convention augmenter (*continuum 3*) et les caractères de sémiotisation (*continuum 4*) passer d'une signification globale et synthétique pour la gesticulation à une sémosis faite d'éléments segmentable et analytique pour les langues des signes.

Ce dernier axe de continuité nous semble avoir à faire avec une figure connue, le ruban de Möbius, qui boucle sur elle-même tout en désorientant (une révolution le long de cette boucle torsadée inverse les positions ; ce qui était à gauche est à droite, ce qui était en haut est en bas). Cet effet de désorientation provient, semble-t-il, d'une collision entre les caractéristiques sémiotiques du quatrième *continuum* convoquées pour la gestualité (global vs segmenté et synthétique vs analytique) et une contrainte de canal, celle du caractère linéaire de la 'vocalité'.

La gestuelle co-verbale est qualifiée de globale parce que la signification des composants d'un geste (type de mouvement, direction, configuration de la main...) est déterminée par la signification de l'ensemble. A l'opposé, toujours selon Mc Neill, le fait linguistique montre que la construction du sens va du bas vers le haut niveau et qu'il est fait de juxtapositions organisées de segments. Ainsi, la séquentialité des signes dans les langues de signes (LS) est supposée faire le pendant à la séquentialité des langues vocales (LV). Mais cette dernière ne provient-elle pas en fait de la linéarité due au canal des langues vocales (LV). A cette équivalence de découpe - sans doute aussi à cause d'un tempo de production similaire entre LS et LV- est associée cette segmentation vue plus haut, marque sémiologique commune apparente du fait langagier. On peut objecter qu'un geste coverbal lui-même segmentable en composants peut relever d'une proposition en son entier plutôt que d'une simple unité de

sens. De ce fait ce qui est vu comme une unité de type lexicale, serait de l'ordre d'une unité syntagmatique voire propositionnelle¹. Il n'y a d'ailleurs aucune raison de considérer que suivant la modalité – gestuelle ou vocale – l'expression du sens bat la même pulsation alors même, d'une part, que la multidimensionnalité est de tout évidence exploitée par la gestualité et offre une possibilité de composition simultanée tandis que la linéarité en tant qu'effet de canal pour la vocalité égrene ces unités successivement, d'autre part. Il serait curieux que l'utilisation temporelle de productions sémantisées soit la même ici et là. Si les gestes coverbaux sont en fait des compositions d'éléments, les signes des LS sont également le fruit de compositions, cette fois d'unités constituées. Ce qui est considéré comme un signe standard dans l'optique de Mc Neill serait la composition d'un ensemble de morphèmes relevant chacun d'un réel statut linguistique qui prendrait en compte en creux l'impact qu'exercerait la linéarité des LV sur notre vision du fait langagier (Cuxac 2000, 2003 et ici). Ainsi, la gestualité quelle qu'elle soit proposerait des compositions au minimum d'éléments. Plutôt que globale ou segmentée, le passage progressif de la gestuelle coverbale vers les LS le long d'une face du ruban de Möbius vers l'autre, comme vu plus haut, serait séparé par l'épaisseur de la linéarité des LV et par la torsade constitutive à l'effacement de la parole (1^{er} *continuum*).

Le second critère de ce 4^e continuum constitué par la paire synthétique/analytique doit être resitué par rapport à la LV et à sa prééminence expressive pour les entendants. Si on admet que le tempo est différent entre la LV et les gestes co-occurrents et que l'encodage de l'information ne répond pas aux mêmes contraintes de canal notamment, alors le fait que les LS fassent preuve d'une certaine analyticité informationnelle signifie soit que le caractère analytique constitue une propriété linguistique soit

¹ Ceci constitue un déplacement de l'analyse de la structuration des LS (Cuxac 2000, 2003) vers la gestuelle coverbale. Cette analyse faite par C. Cuxac d'une compositionnalité sublexicale de morphèmes liés (au niveau paramétrique) montre en quoi les lexèmes actuels pour les LS sont plutôt redevables d'une analyse en syntagme.

que la contrainte forte de linéarité imposée par le canal vocal, empêche les LV d'être synthétiques. Cette dernière option révèle à quel point un effet de canal aussi constant pour les LV infiltre la vision par trop formelle de ce qui distinguerait dès lors la langue de l'expressivité. De ce point de vue, les LV sont contraintes tandis que les phénomènes de gestualité en tant que canal visuo-gestuel ne le sont pas. Ainsi, la LS peut se déployer le long d'une certaine séquentialité propositionnelle ou discursive, tandis que la gestuelle coverbale, synthétique (relativement à la LV) parce que le discours est porté par la proposition en LV co-occurrence représente l'autre versant d'un phénomène non sinon moins contraint.

Tant pour la synthèse/analyse que pour la globalité/segmentation, la continuité dépend en fait de la linéarité du canal voco-acoustique et donc d'une chose : la parole. Le 4^e continuum – de sémioses différentes – se rabat sur le 1^{er} continuum celui de l'effacement progressif de la parole. En fait, la disparition de la parole quoiqu'effective ne s'accompagne malheureusement pas dans l'analyse de la disparition des effets du canal voco-acoustique (monolinéarité, unidimensionnalité temporelle). Ces derniers servent de canon à l'étude des phénomènes de gestualité symbolique dont on sait pourtant qu'ils ne partagent pas avec les LV les mêmes modalités sensorielles.

Nous voudrions ici en peu de mots porter à discussion deux points du schéma général allant de la gestuelle coverbale aux LS : a/ La pertinence de l'insertion de la pantomime dans le continuum de Kendon ; b/ la nécessité de séparer *Gesticulation* et *Emblèmes*.

La première interrogation porte sur les raisons pour lesquelles la pantomime figure dans ce déroulé. Il nous semble que celle-ci n'est pas à sa place au sein de ce type de gestualité. Globalement la pantomime révèle mais ne dit rien car elle n'a pas pour visée de dire. Cette présence répond sans doute à un exutoire très ancien puisqu'apparaissant dès Cicéron et Quintilien, celui de la singularité mimétique du corps, faite de

simulacres. La cosmogonie chrétienne a prolongé sa mise au ban, son étude très partielle n'apparaît qu'au milieu du XX^e siècle, de sorte que la confusion avec une part très iconique des LS que la tradition anglo-saxonne tient pour hors langue, vient peut-être décider de l'enjeu à lui ménager une place dans le continuum.

Dans la pantomime et non dans les phénomènes de Grande Iconicité des LS, le corps crée à lui seul l'émergence perceptive (et non conceptuelle) d'un objet malgré son absence. Entièrement tourné vers l'émergence et la permanence de cette chose (objet ou situation), le corps ne peut se morceler. Il donne à voir par les effets que le monde exerce sur lui (dans les pantomimes comme celles de Marcel Marceau, la vitre apparaît par heurts et l'ensemble du corps en est affecté, la marche produit ses effets des pieds jusqu'à la tête). En fait, la pantomime moderne – portant bien mal son nom – ne peut pas tout montrer parce qu'elle ne fait que révéler. Au fond, elle fonctionne par simulacre – cette apparence sensible qui se donne pour la réalité – ; elle installe d'emblée un corps qui n'est pas animé puisqu'il est le démiurge de ce qui apparaît. Le corps dans la pantomime ne peut qu'adhérer au monde dans le sens qu'il le révèle par effets consécutifs du modelé que l'objet ou la situation opèrent sur lui. On se situe de plain-pied dans l'action ou dans l'acte et non dans le dire. En fait, ce qui est présenté correspond à ce qui se passerait dans la réalité selon une boucle de rétroaction mêlant caractères physiques et physiologiques. Il n'y a pas production symbolique mais *mimesis* de la réalité.

A l'inverse dans les phénomènes de grande iconicité (GI) des LS définis par l'un des auteurs (Cuxac, 2000)², le corps doit pouvoir se dédoubler notamment pour représenter un *alter ego*

² Phénomènes de GI qui se distinguent selon trois grands types de transfert : les TP ou transferts de personnes où le locuteur peut devenir de manière transitoire un personnage de l'histoire racontée par exemple, les TS ou transferts de situations où une scène est transférée sur l'espace de signation et enfin, les TTF, Transferts de taille et de forme pour lesquels des entités sont décrites selon quelques-unes de leurs caractéristiques physiques qui sont données à voir.

dans le cas de transfert de personne (prise de rôle), il ne montre pas d'adhérence au monde non plus dans le cas de transfert de situation où, par exemple, une main plate, paume vers le bas, figurant un voiture, le reste du corps représente une personne qui s'en approche. Le morcellement du corps – patent – se différencie nettement là aussi de la pantomime dans la mesure où une main plate ne pourrait pas être mise pour une voiture. Enfin, il n'y a pas de recherche d'accumulation d'effets dans les transferts de taille et de formes pour lesquels en dehors du modelé ou de la distance figurée, on n'assiste pas à l'évocation d'objets pesants par les conséquences physiologiques qu'ils exercent ni même aux répercussions secondes sur le corps qu'une démarche provoque.

Il semble que ces deux catégories sont à distinguer, d'une part, et que la pantomime relève bien de l'action, d'autre part, et n'a rien à faire dans ce continuum de gestualité symbolique. Dès lors qu'on ne peut confondre la pantomime et la grande iconicité, il n'y a plus guère de raison d'ailleurs pour dissocier cette dernière de la LS en regard du large empan que le continuum couvre. En outre, l'argument d'une différence de nature entre LS et Grande Iconicité est ininvocable dans un schéma fait de continuité.

L'autre élément à discuter traite des limites du caractère idiosyncrasique de certains gestes coverbaux. Nous voulons aborder par là le 3^e continuum, notamment à travers le caractère conventionnel de la gestualité et montrer en quoi ces gestes dont la forme peut changer selon les circonstances et le locuteur dépendent pour beaucoup d'un phénomène de substrat et donc de canal gestuel. McNeill distingue la *Gesticulation* et les *Emblèmes* en les séparant sur une base essentiellement fonctionnelle pour laquelle la présence/absence de la parole (*continuum 1*) va amener à déplacer les gestes vers plus de caractéristiques linguistiques (*continuum 2*). La conventionnalisation de la forme est plus importante pour l'emblème (*continuum 3*).

Nous défendrons l'idée que la relation formelle peut être inversée (l'article de D. Boutet, ici) : partant d'un geste constituée

et reconnaissable – comme un emblème – et allant vers une réduction du schéma d'action par laquelle le geste est mis en mouvement, on s'achemine ainsi vers un geste co-verbal (*Gesticulation*) dont le sens et la forme moins définis, viennent être éclairés par le contexte verbal.

Cette réduction des schémas d'action est rendue possible par un effet de canal : a/ la physiologie articulaire qui encadre les productions gestuelles installe par transfert de mouvement sur les segments un espace de variations par unité gestuelle inhabituellement larges par rapport à ce que l'on connaît dans les productions vocales verbales ; b/ les réductions des schémas d'action pour lesquels on ne reconnaît plus le sens du geste, apparaissent paradoxalement dans un espace plus étroit que l'espace de variations et de plus, souvent, à l'intérieur même de celui-ci. Ces inversions : intériorité d'un espace de variation / extraterritorialité du sens et unité de sens / discontinuités des espaces segmentaux (bras, avant-bras, main, doigts), tiennent entièrement au substrat gestuel et constitue un effet de canal important. Il semble que la distinction *Gesticulation/Emblèmes* soit purement fonctionnelle et ne relève absolument pas d'un fait de structure, la conventionnalisation ne serait pas croissante entre ces deux éléments mais au contraire décroissante et, dans le continuum, de la droite vers la gauche, le sens étant premier.

En somme, les 1^{er} et 4^e continua relevant d'un effet de canal lié à la vocalité, le 3^e d'un effet de canal gestuo-visuel, ceci pose évidemment quelques questions sur la pertinence des critères de convention (relation forme-sens, iconicité-arbitrarité, universalité-spécificité), sur les répercussions sémiologiques des effets de canal, notamment pour la gestualité comme production de sens dans des espaces divers (topologiques ou métriques), multimodaux (proprioception et vision) et multidimensionnels (exploitation sémantique de cristallisation de lieux de positions le long de segments ou d'entités de type paramétrique composables de manières simultanée et successive).

Les articles rassemblés dans ce numéro apportent un éclairage des deux rives de la gestualité symbolique, celle dite coverbale et celle constituant une langue. Cette distinction entre ces deux versants gestuels reflète moins des divergences d'analyse qu'un fait linguistique : son objet d'étude est avant tout verbal. Nous avons respecté cette prédominance puisqu'elle infuse l'analyse, parfois jusqu'au point de vue. Néanmoins la diversité des situations, notamment pour les langues signées (LS) montrent la nécessité d'une saisie commune souhaitable et finalement possible de ces LS. Si leur inclusion dans le corpus des langues est faite, le coût pour la linguistique n'est pas encore précisément évalué et les recalages à opérer pour la gestuelle dite coverbale n'ont certainement pas été tous envisagés.

L'article de Jacques Cosnier expose les modifications de perception et d'analyse de la gestuelle coverbale en gestualité conversationnelle à l'occasion du changement épistémologique interactionniste. Cette présentation ouvre l'éventail des analyses : sémio-structuraliste, interactionniste et conversationnaliste et montrent à chaque fois l'enjeu de la gestualité. D'un système participatif et quelque peu désincarné à la production du sens dans l'approche focalisée sur l'énoncé, l'auteur rend compte de la place centrale que le corps occupe dans le copilotage de l'interaction. Par un processus d'échoïsation décrit et argumenté, les interactants ont recours à leur propre corps pour savoir ce qui se passe chez l'autre. Ainsi est-il vu comme un analyseur des données non-verbales par un processus empathico-inférentiel. S'appuyant entre autres sur les analyses de Geneviève Calbris, Jacques Cosnier retrace comment le corps sert également de support à un processus cognitivo-inférentiel.

Geneviève Calbris rend compte, avec de nombreux exemples, des façons dont les gestes coverbaux concrétisent l'abstrait ou bien des manières selon lesquelles les gestes évoquent l'idée abstraite de la réalité concrète. En permanence dans cet entredeux conceptuel, le geste, pour l'auteur, est un

schème opératoire visuel et proprioceptif qui par un phénomène d'échoïsation renvoie au ressenti physique de son effectuation. La micro analyse très fine, faite sur des corpus très variés permet à l'auteur de faire des distinctions entre les différents composants du geste, et d'ouvrir notamment sur celles paramétriques, exploitées par les LS. La typologie proposée dans cet article repose moins sur les taxons fonctionnels de la classification de Mc Neill que sur la potentialité de sens des gestes coverbaux. Cette focalisation sur les composants gestuels met l'accent sur le fonctionnement transversal sémantique des gestes et permet de se dégager quelque peu des considérations statutaires sur leur place dans un continuum. Enfin, Geneviève Calbris propose de partir et de sortir du co-texte verbo-vocal étroit pour replacer la gestuelle dans son environnement physique dont l'expérience perceptivo-motrice commune tire les analogies à l'œuvre dans les significations que le discours actualise.

À travers la présentation en termes de physiologie articulaire des segments et de leurs mouvements impliqués dans la gestualité coverbale comme des LS, Dominique Boutet aborde les questions de la pertinence et de la portée des référentiels. Les nombreuses dynamiques inter comme intra-segmentales montrent que les référentiels doivent reprendre les déterminations physiologiques données par les degrés de liberté et que l'on doit considérer le corps avant tout comme un substrat structurant certaines unités gestuelles. Ces dernières se diffractent sur l'ensemble des segments de sorte que, d'une part, la vision ne peut expliquer leurs filiations formelles et, d'autre part, la proprioception en tant que modalité relayée par une structuration articulaire dessine ces filiations selon une morphogenèse corporelle. Le modèle proprioceptif présenté ménage des va-et-vient avec la vision et explore des pistes de structuration débouchant vers des cristallisations paramétriques.

Jacques Montredon nous donne à lire et à voir un moment rare : la transcription d'un récit du « Temps du Rêve » livré par une narratrice de culture Ngaatjayjarra dans l'ouest australien. Le récit relate l'histoire des jeunes frères et du vieil homme, entités

qui figurent sous forme de rochers et de trou d'eau dans le paysage. Cette double inscription géographique et symbolique trouve des échos dans la situation de narration : le discours appuyé de gestes est, en outre, augmenté de dessins tracés sur le sable. Au-delà des empreintes laissées sur le sol qui reflètent une analogie diagrammatique avec le paysage visé, le procédé nous montre la complexité des références gestuelles qui à travers un discours narratif circulant dans les plis du temps, lancent également des pointages en direction du monde réel, et, ici, participent à la construction des traits picturaux déposés sur le sable. Ces rapports à l'espace différenciés, avec des points de vue en survol pour le dessin et des repérages de survie pour leurs déplacements (rares points d'eau) laissent présager d'un rapport entre l'espace parcouru et l'expression gestuelle du temps. Jacques Montredon explore les diagrammes et leurs rendus gestuels que forment déplacements, durée et fréquence dans une culture nomade.

Envisager un programme de recherches en commun entre la gestuelle coverbale et la langue des signes ne saurait certes se justifier par le seul fait que l'une comme l'autre utilisent un même medium de communication. Mais, à l'inverse évacuer toute idée de rapprochement sous couvert que l'on a affaire d'une part à un système autonome et d'autre part à des éléments non verbaux et subsidiaires, semble être un jugement par trop hâtif. C'est en effet négliger que les langues des signes ont été inventées par des personnes sourdes et que la surdité ait pu avoir un impact sur l'acquisition, la transmission, et l'organisation des langues des signes. Par exemple, en ce qui concerne leur transmission, la plupart des enfants sourds ont pour parents des entendants ne pratiquant pas la langue des signes. Or, on sait maintenant que ces enfants sourds de parents entendants tentent de communiquer avec leur entourage au moyen de signes dont ils sont eux-mêmes les créateurs, signes résultant pour les uns, de la mise en œuvre d'une iconicisation de l'expérience perceptivo-pratique et, pour les autres, de l'exploitation de la gestuelle coverbale propre à l'environnement entendant des enfants. On voit alors tout l'intérêt qu'il y a à mener des recherches en commun

ne serait-ce que pour mieux comprendre comment et à partir de quand les éléments participant à la gestuelle coverbale deviennent des éléments s'inscrivant pleinement dans un système linguistique. C'est l'objet de l'article de Gwenaëlle Jirou ici même, à partir d'observations menées il y a quelques années dans le cadre d'une maîtrise de sciences du langage à l'université Paris 8, article qui préfigure en quelque sorte les recherches actuellement menées dans le cadre du projet CREAGEST soutenu par l'ANR.

Il faut toutefois reconnaître qu'un nombre conséquent de chercheurs se situant dans le cadre théorique des grammaires formelles conteste les orientations défendues ici. Selon eux, l'iconicité ne caractériserait qu'une étape en quelque sorte protolangagière des langues des signes dont le devenir serait d'évoluer progressivement vers une arbitrarité signe / référent à l'égal des langues vocales. L'article de Christian Cuxac, ici même, remet profondément en cause ce point de vue dominant. Remise en cause politique d'abord, puisqu'un tel point de vue revient à dire que, tant que les langues des signes contreviennent au principe d'arbitrarité et de double articulation, ce ne sont pas vraiment des langues, portant par là même atteinte aux millions de locuteurs sourds du monde entier. Remise en cause plus théorique ensuite, puisque ce même point de vue néglige un fait fondamental, à savoir l'absolue spécialisation de la voix comme organe de communication des personnes entendant. Car tel n'est pas le cas de la gestualité : ainsi, les enfants sourds entrent dans une voie langagière utilisant les membres supérieurs et les mains, aux fonctionnalités multiples, et pour bonne partie d'entre elles, pré langagières : protection, préhension, mise à distance, sensations tactiles, etc. Un tout petit enfant, qu'il soit sourd ou entendant, sait, avant d'entrer dans le langage, que l'appropriation d'un objet nécessite un mouvement vers soi, comme il sait que telle configuration de la main et non telle autre est en adéquation avec la forme de l'objet qu'il veut s'approprier. Pour l'enfant entendant ces savoirs, fortement déconnectés de toute problématique communicationnelle verbale, seront exploités dans la partie illustrative de la gestuelle coverbale, alors

que pour l'enfant sourd le lien entre ces savoirs perceptivo-pratiques et la partie verbale de leur langue n'est pas rompu. Cette exfoliation du perceptivo-pratique dans du linguistique se réalisera insensiblement, au fur et à mesure du développement de l'enfant sourd, selon une sémiologie particulièrement intéressante puisque dire et donner intentionnellement à voir vont être intriqués au sein d'un même medium. En réfutant le cloisonnement réducteur entre praxis d'un côté et langage de l'autre le point de vue défendu ici se veut donc comme une mise en garde contre toute tentation phonocentriste.

Bibliographie

- CUXAC C., 1996. *Fonctions et structures de l'iconicité des langues des signes*, thèse de doctorat d'État, université René Descartes, Paris V.
- CUXAC C., 2000. *La langue des signes française (LSF) ; les voies de l'iconicité*, *Faits de Langues* 15/16, Ophrys, Paris.
- CUXAC C., 2003. Une langue moins marquée comme analyseur langagier : l'exemple de la LSF, in *La nouvelle revue de l'ALS* 23, p. 19-30.
- KENDON A., 1988. How gestures can become like words, in F. Poyatos (ed.), *Cross-cultural perspectives in nonverbal communications*, Hogrefe, Toronto, pp. 131-141.

- KENDON A., 2004. *Gesture, Visible Action as Utterance*, Cambridge University Press, Cambridge.
- MCNEILL D., 1992. *Hand and Mind : What Gesture Reveal About Thought*, University of Chicago Press, Chicago.
- MCNEILL D., 2000. *Language and Gesture*, Cambridge University Press, Cambridge.
- MCNEILL D., 2005. *Gesture and thought*, UCP, Chicago.
- STOKOE W. C., 1960. *Sign language structure : an outline of the visual communication systems of the American Deaf*, *Occasionnal Papers* 8, University of Buffalo, Buffalo, N.Y.

Boutet, D., Sallandre, M.-A., & Fusellier-Souza, I. (2010). Gestualité humaine et langues des signes : entre continuum et variations. *Langage et société*, 131(1), 55-74.
<https://doi.org/10.3917/lis.131.0055>

Gestualité humaine et langues des signes : entre continuum et variations

**Dominique Boutet, Marie-Anne Sallandre
et Ivani Fusellier-Souza**

*UMR 7023 Structures Formelles du Langage (Université Paris 8-CNRS)
dominique_jean.boutet@orange.fr,
marie-anne.sallandre@univ-paris8.fr, ivani.fusellier@univ-paris8.fr*

Introduction

En quoi et comment l'analyse de la gestualité symbolique est-elle influencée par le phonocentrisme de la linguistique? La construction du sens bat-elle du même tempo dans la parole et dans la gestuelle? Sur quel fond iconique commun se bâtit la gestualité humaine? Ces questions, en filigrane de cet article, seront abordées à travers ce qui sert de lien et structure tout à la fois les relations entre la gestualité humaine, la gestuelle conversationnelle, la pantomime et les langues des signes (LS).

Notre réflexion s'appuie sur un modèle qui intègre une sémiologie du canal et vise l'ouverture de nouveaux champs d'investigation concernant les liens entre gestualité humaine et LS.

Nous verrons successivement comment le continuum gestuel (Kendon 1988), structuré autour de la modalité vocale, linéarise des phénomènes pourtant multidimensionnels et comment une des instances – la pantomime – sert d'exutoire à des productions propres aux LS. Après avoir écarté la pantomime du continuum, nous exposerons en quoi les productions dites de Grande Iconicité (GI) en LS se différencient de la pantomime et des signes standards. Enfin, nous verrons comment les LS émergentes (LSE) se structurent à partir d'une exploitation de l'iconicisation de l'expérience et de la gestualité humaine, et contribuent à brouiller l'agencement linéaire du continuum gestuel posé comme norme dans la littérature.

1. Le continuum de Kendon : (sur-)norme et modalités¹

Kendon (1988) définit le phénomène de gestualité symbolique comme celui d'un continuum qui va de la gesticulation idiosyncrasique en passant par la gestuelle coverbale puis, cheminant par la pantomime et les emblèmes, aboutit finalement aux LS. Ce continuum, largement repris et s'imposant ainsi comme une véritable norme scientifique (McNeill 1992, 2000, 2005; Singleton *et al.* 1995), en plus du cadre de référence qu'il installe, exerce une emprise sur la conception même du phénomène gestuel. Il le fait de deux manières : d'un côté, par les phénomènes que vise à couvrir ce continuum – de la gesticulation jusqu'aux LS (voir tableau 1) – et, de l'autre, par la modalité visuo-gestuelle qu'il est censé intégrer. Sur ce deuxième point, le continuum oriente la vision que l'on a de la gestualité à cause d'une approche linguistique tributaire des effets du canal audio-vocal. Aussi interrogerons-nous ici ces deux dimensions : l'extensivité du continuum et les effets, réels, de la modalité visuo-gestuelle, d'une part, et, sous-jacents à l'analyse, ceux de la modalité audio-vocale, d'autre part. Les effets avérés du canal visuo-gestuel sont sous-estimés pour la gestualité; aussi aborderons-nous l'idée même de continuum par cette modalité. Concernant l'extensivité du continuum, nous montrerons qu'en son milieu deux instances – la pantomime et les emblèmes – constituent des catégories à resituer et à repenser. Redessiner les rapports entre les extrémités de ce continuum – gesticulation d'un côté et LS de l'autre – revient ici à replier la conception linéaire et plane de la continuité en une sorte de ruban de Möbius. Voyons en premier lieu, de quelles continuités il s'agit.

1.1. Les quatre continua ou les variations autour d'une modalité

À propos du continuum présenté dans son article *princeps*, Kendon appuie la démarche de McNeill (1992 et 2000) par la multiplication du nombre d'axes de continuité (Kendon 2004 :106). Quatre continua caractérisent les instances gestuelles du continuum tel que ceci est présenté dans le tableau 1 (ci-contre).

Le premier continuum voit décroître la présence de la parole de gauche à droite. Ainsi, dès la pantomime, on assiste à une absence de parole qui se poursuit évidemment jusqu'aux LS.

Pour le deuxième continuum, celui des propriétés linguistiques, l'absence de contraintes phonologiques, de combinaisons syntaxiques pour la gesticulation et dans une moindre mesure pour la gestuelle, fait place à des contraintes de bonnes formes pour les emblèmes, puis, pour les LS,

1. C'est-à-dire le canal par lequel passe la production langagière : audio-vocal pour les LV, visuo-gestuel pour les LS et la gestualité.

Continuum 1 : relations à la parole vocale	
Présence obligatoire.....	Absence obligatoire
Continuum 2 : relations aux propriétés linguistiques	
Absence.....	Présence
Gesticulation>Gestuelle>Pantomime>Emblème>Langue des Signes	
Continuum 3 : relations à la convention	
Non conventionnelle.....	Pleinement conventionnelle
Continuum 4 : relations à la sémiose	
Globale et synthétique.....	Segmentée et analytique

Tableau 1 : Le continuum de Kendon accompagné des 4 continua et de leurs caractéristiques

à une présence de l'ensemble des propriétés linguistiques. Par exemple, pour un geste relevant de la gesticulation et qui accompagne la parole, comme celui d'une saisie (poing fermé), et dont le mouvement du bras et de l'avant-bras formant un arc de cercle, amène la main refermée vers l'extérieur et l'arrière², l'analyse selon ce deuxième continuum révèle une réalisation non phonologique, non morphémique et sans potentiel de combinaison syntaxique. Pour un emblème, McNeill voit une contrainte de bonne forme (le geste pour « OK », rond entre le pouce et l'index, ne peut se faire avec un mouvement oscillant de gauche à droite), sans la présence de combinaison syntaxique. En continuant, pour la LSF, un signe comme [ARBRE] – pour lequel le coude repose sur le dos de l'autre main placée sur le côté tandis que l'avant-bras figurant le tronc se dresse vers le haut et que, dans le prolongement, la main ouverte et les doigts écartés évoquent la ramure – entre dans un système de type phonologique, et peut se combiner avec un autre signe. D'une absence totale de propriétés linguistiques à gauche du continuum, on passe progressivement vers plus d'éléments linguistiques pour aboutir à une langue constituée.

Le troisième axe, celui de la convention, voit celle-ci augmenter à mesure que les gestes se rapprochent d'une LS. Le quatrième continuum, enfin, sémiotique, voit d'un côté la gesticulation qualifiée de globale et synthétique, tandis qu'à l'autre extrémité, les signes des LS sont segmentés et analytiques; voyons ce dernier point plus avant.

La gestuelle coverbale est qualifiée de « globale » par McNeill parce que la signification des composants d'un geste (type de mouvement, direction, configuration de la main, par exemple dans le geste de saisie, évoqué plus haut, d'arrachage d'un arbre) est déterminée par la signification de

2. Il s'agit d'un geste figurant l'arrachage d'un arbre (McNeill 2005 : 6).

l'ensemble. Ainsi, la séquentialité avérée des signes dans les LS, redevable d'un fait linguistique pour McNeill, ferait-elle le pendant à la séquentialité des langues vocales (LV). Pourtant, il nous semble que cette séquentialité dans les LV pourrait provenir d'un effet de canal (linéarité vocale) et serait moins redevable d'un fait linguistique que de la modalité. De ce fait, elle ne devrait pas pouvoir s'étendre à des LS dont la modalité visuo-gestuelle exploite la simultanéité. Certes, une séquentialité similaire à celle des LV existe dans les LS, et celle-ci relève vraisemblablement d'une pulsation de production rapprochée entre LS et LV, autrement dit un *tempo* commun, mais il y a loin entre la pulsation d'une production et la structuration de son contenu de bas niveau. Ainsi la multidimensionnalité gestuelle offre-t-elle une possibilité de composition simultanée (la main agrippe l'équivalent d'un arbre et le mouvement suivant le met à bas en le tordant d'une manière particulière et dans une direction donnée) tandis que la linéarité en tant qu'effet de canal de la vocalité égrené ces unités successivement.

Ainsi, contrairement à ce qu'en dit McNeill, la gestuelle coverbale n'est pas globale, elle concentre des éléments là où la parole est obligée de les égrener. On peut affirmer également que la gestuelle n'est pas synthétique, et que les LS ne sont pas plus analytiques (voir continuum 4 dans le tableau 1) : les deux extrémités du continuum partagent les mêmes conditions d'émergence d'une compositionnalité des éléments en présence dans le geste ; il ne peut en être autrement. En effet, un geste de la main se situe dans un *emplacement* particulier, à tout moment la paume a une *orientation* donnée, la main entretient une conformation avec les doigts que les études de LS appellent *configuration*, enfin un *mouvement* est nécessaire pour mettre en place un geste (Cuxac 2000). Ces quatre paramètres manuels qui sont porteurs de sens dans la LSF et dans les langues des signes émergentes (Fusellier-Souza 2004), existent aussi de manière obligatoire pour la gestuelle (Boutet 2001 et 2008), même si pour cette dernière, ces paramètres sont *a priori* moins chargés de sens que pour les LS. Dès lors, au moins quatre morphèmes (correspondant aux paramètres) pour chaque main sont exprimables simultanément en LS. Le *tempo* similaire entre LV et LS produit un « mot » ou un signe dans des durées semblables, mais le nombre potentiel de morphèmes par unité de temps est bien supérieur pour les LS, en particulier pour les structures de grande iconicité (SGI) présentées plus loin, dans la mesure où celles-ci mettent en jeu l'ensemble du corps (*cf. infra*, section 3.3).

Le quatrième continuum, celui de la sémiose, semble disparaître en se rabattant entièrement sur le premier, celui de la présence/absence de la parole. Ceci n'empêche pas la dépendance de la gestuelle à la parole co-occurrence, tant dans les formes parfois seulement esquissées que dans

l'assujettissement du sens des gestes à celui du discours prononcé. Cependant cette vision linguistique trop empreinte de phonocentrisme se propage y compris sur l'analyse de la gestuelle. À ce titre, la place des emblèmes et de la pantomime dans le continuum relève certes de la vocalité (par son absence), mais la présence de la pantomime s'apparente à une convention.

1.2. Les emblèmes et leurs esquisses

Le fait que la catégorie des emblèmes occupe cette place d'entre-deux dans le continuum pourrait revenir également à une convention discutable en soi : celle d'une primauté octroyée à la parole dans la manière dont on appréhende la constitution même du sens dans la gestuelle. Ainsi, plutôt que de considérer en creux que les emblèmes sont des gestes plus aboutis par leur forme et leur sens que la gestuelle coverbale, on peut renverser le problème. On considérera alors que la gestuelle coverbale met en œuvre des esquisses d'emblèmes, silhouettes non abouties parce que le discours en présence sous sa forme vocale suffit à faire sens. L'approche défendue ici revient à appliquer une primauté du sens à la gestualité tout en se gardant d'une confusion entre les effets de la modalité du phénomène dominant (linéarité et arbitrarité des LV) avec la nature linguistique du phénomène lui-même et surtout de celui qui l'accompagne (la gestuelle).

Pour étayer cette analyse, un test de reconnaissance portant sur des réalisations différentes par les segments mis en mouvement (doigts seulement, main et doigts, main et avant-bras et avant-bras seul) de quatre unités gestuelles définies par autant de schémas d'action à base physiologique (Boutet 2001) a donné des résultats montrant que l'étiquetage des gestes ne se fait pas au hasard³.

De tels gestes, répertoriés comme « coverbaux », s'avèrent ainsi être des emblèmes : ceci montre le flou qui caractérise ces notions. Une bonne reconnaissance du sens de ces gestes révèle de plus que le troisième continuum, celui de la convention, est inopérant (opposition sémantique doublée d'une opposition formelle menant à une aporie de la notion de conventionalité). L'appréhension linéaire et monomodale de la gestuelle est par là même remise en cause, la structuration de cette dernière, en sus de la vision, peut être corporelle à travers la physiologie articulaire, base de construction des unités gestuelles reconnues dans le test. Enfin, une partie de l'opacité de la signification des gestes (gesticulation) et de leur caractère idiosyncrasique pourrait provenir de ce que la saisie de la forme gestuelle est, classiquement,

3. Ces résultats figurent sur le site de *Langage et Société* (<<http://www.LetS.msh-paris.fr>>) à la page de présentation du n° 131.

purement de type visuel. La vision saisit une forme sans sa structure physiologico-sémantique, et donc sans la signification qui y est attachée.

1.3. *Tentative de définition de la pantomime*

L'autre catégorie située à l'entre-deux dans le continuum de Kendon – la pantomime – à la fois exutoire, référence et enjeu des significations portées par le corps depuis l'Antiquité (Graf 1991 ; Schmitt 1990) fait l'objet tout au long de l'histoire européenne d'une relégation au nom de la valeur/vertu sociale et religieuse de modestie. Augustin, au nom d'une des quatre vertus cardinales de l'église, rejette la pantomime avec le théâtre qu'il abhorre (*De Civitas Dei*, I, XXXII ; *Confessionum*, 3, II, 4) tout en faisant entrer les gestes des histrions ou des sourds dans une catégorie sémiologique (*De Doctrina Christiana*, 2, 1, 2 à 4) : attitude paradoxale de rejet et de référence. Pendant plusieurs siècles, la pantomime cristallise une bonne part de la charge que la société religieuse redoute, celle d'une gesticulation et d'une mimique gênantes au regard du principe du *for intérieur* (*foris* l'extérieur et donc le corps) comme reflet de l'état de l'âme (*intus*, intérieur). Au XVIIIe siècle, la pantomime constitue un enjeu pour l'origine du langage chez Condillac (1746), pour la compréhension de la pensée chez Diderot (1751) ; elle est une référence constante et définitoire à l'Antiquité (du dictionnaire d'Estienne en 1552 jusqu'au Littré 1863 ; de Jorio, 1832 ; Mallery, 1881), un exutoire religieux (Schmitt 1991), social (Quintilien. Institution Oratoire 11.3-102). Le XIXe et le XXe siècle ne dérogent pas à ces trois caractéristiques : la pantomime est ballottée dans un jeu de *références*, entre *enjeux* linguistiques et théâtraux et confinement à un rôle d'*exutoire*. Au regard de la tradition formelle en linguistique, y sont en effet déversées les nombreuses saynètes faites par des sourds (Structures de Grande Iconicité, SGI, voir *infra*), parce que considérées comme non-langagières, dans un fourre-tout qui relèverait plus du théâtre que du langage. La pantomime et ses possibilités sont fantasmées : âge pré-babélien, âge d'or antique, universalisme de l'expression des passions. Il s'agit donc avant tout d'en définir les contours, moins à partir d'écrits historiques dont on a vu la relativité, qu'en se référant aux productions des grands mimes contemporains.

Prenons le plus emblématique, le personnage créé par Marcel Marceau appelé Bip. Il fait apparaître *ex nihilo* des formes invisibles auxquelles il se heurte (vitre, vent), des matières par leurs résistances (cordes, poids) ou bien des actions par leur contraire (montée d'un escalier par un jeu de pied qui écrase chaque marche et une main qui descend par saccades, course qui se révèle au ralenti, illusion de la marche malgré une absence de déplacement), des états par des accidents (Bip désespéré qui ne peut plus

arracher le masque du rire). Une inversion générale laisse voir la réalité par son contraire: présence par l'absence, vitesse par le ralenti, désespoir par le rire. Dans cet exercice, le corps entièrement tourné vers l'émergence et la permanence de cette chose (objet ou situation) ne peut se morceler. La pantomime fonctionne par simulacre. Ainsi, pour que la pantomime existe, le corps pris globalement (non morcellement) *adhère au monde* dans le sens qu'il le révèle par effets consécutifs du modelé que l'objet ou la situation opèrent sur lui; cette adhérence d'ailleurs confine le corps à lui-même. En plus de ces deux caractéristiques importantes et liées de la pantomime – l'*adhérence* et la *globalité* – une troisième, en rapport avec la quatrième continuum, concerne sa *sémiose*. On peut qualifier la pantomime de style (ainsi définie par Marceau) comme une pantomime de l'effet dans la mesure où ce qui est présenté d'un objet ou d'une situation passe indéfectiblement par l'effet physique exercé par eux sur le corps. On se situe d'emblée dans l'action ou dans l'acte et non dans le dire. Ce qui est présenté correspond à ce qui se passerait dans la réalité selon une boucle de rétroaction mêlant caractères physiques et physiologiques. Il n'y a pas production symbolique mais *mimesis* de la réalité. À cet égard, la pantomime sort de la continuité sémiologique des phénomènes de gestualité symbolique.

Prise une fois de plus comme exutoire, base de références non définies et enjeu, elle sert au sein du continuum de déversoir au trop plein que sélectionne le cadre linguistique des langues vocales dans les productions dites « pantomimiques » des langues signées.

Une part importante des productions en LS est de fait renvoyée vers la pantomime dans une partie de la littérature linguistique sur ces langues. Ces signes non lexicaux appelés SGI dans l'approche initiée par Cuxac (1996, 2000) répondent pourtant, on va le voir, à une autre structuration que celle qui régit la pantomime. Ces structures sont issues d'un processus sémiologique et communicatif complexe qui exploite l'iconicisation de l'expérience à travers la ressemblance entre formes gestuelles et référents réels donnée par des percepts visuels.

2. Les structures de grande iconicité des langues des signes: lieu d'un continuum unique de la gestualité humaine

Les SGI s'inscrivent dans le cadre de la visée illustrative de donner à voir, d'après l'hypothèse de Cuxac⁴. Ces unités gestuelles non standardisées sont présentes dans de nombreuses LS étudiées à ce jour et sont à peu près

4. Voir l'introduction du numéro et la contribution de Cuxac et Antinoro Pizzuto.

identiques d'une LS à l'autre⁵, car elles obéissent à des règles de construction communes. Ce sont ces règles que nous allons présenter ici.

2.1. *Bref inventaire des structures de grande iconicité*

Le bref inventaire dressé ici permettra, d'une part, d'entrevoir la créativité linguistique des SGI, d'autre part, de voir comment elles contribuent elles aussi à la redéfinition du continuum de Kendon en offrant la possibilité d'inclure simultanément dans le discours des éléments hétérogènes : structures de transferts, signes standard et gestualité humaine.

Voyons tout d'abord en quoi consistent les trois principaux transferts mis en évidence par Cuxac (1996). Les transferts de taille et de forme (TTF) rendent compte de lieux, d'objets ou de personnages en décrivant les contours de leur forme et de leur taille. Les marques non manuelles qualifient et référentialisent ces formes : la mimique faciale et le mouvement indiquent si la forme signée par les mains est petite ou ronde par exemple, tandis que le regard, porté sur eux, la référentialise et permet au locuteur de « dire en montrant ». Les transferts situationnels (TS) expriment, eux, le déplacement d'un actant du procès (effectué par la main dominante) par rapport à un locatif stable (effectué par la main dominée). Le regard remplit le même rôle que pour les autres transferts, il précède puis suit le mouvement. Enfin, dans les transferts personnels (TP), il s'agit pour le locuteur, en s'effaçant de la situation d'énonciation, d'être et de montrer un autre en train d'accomplir une action. Il s'agit d'une prise de rôle complète, avec actant, procès et modalité. Le locuteur "devient" l'entité dont il parle, il y a incorporation. Notons que la pantomime, comparativement, ne saurait incorporer sans artifice autre chose qu'un homme, à cause de ce principe d'adhérence au monde exposé dans la section précédente. Pour les SGI, au contraire, à l'instar de ce qui est présenté dans le tableau 2 (*infra*), le corps n'adhère pas au monde mais figure par exemple un cheval⁶, y compris par autre chose que ce que le corps possède pourtant (principe inverse de l'adhérence) : les doigts pour les oreilles du cheval en dépit des oreilles du locuteur, la crinière par la main malgré la présence des cheveux, l'index et le majeur figurant le saut des pattes avant alors qu'il aurait été si simple pour le locuteur de faire un saut.

5. À titre indicatif, les SGI représentent en LSF autour de 65 % du total des unités du discours dans le genre narratif et 25 % du total des unités dans le genre explicatif (Sallandre 2003).

6. En TP, le locuteur a la possibilité d'incarner tout type d'entités, animées ou non animées.

L'analyse d'un extrait vidéo d'une séquence narrative permet d'illustrer ces transferts et de montrer les variations possibles pour exprimer un cheval, en fonction de la visée choisie par le locuteur (illustrative ou non). Ce locuteur est droitier : sa main dominante est donc sa main droite, sa main dominée, la gauche. Le tableau 2 montre un exemple de quatre unités courantes en LSF : l'image (1) présente le signe standard [CHEVAL], signe constitué à partir de la reprise d'une partie saillante de l'entité (ici, les oreilles). Le locuteur regarde son interlocuteur, ce qui est un indice fort d'une visée non illustrative et de l'emploi d'un signe standard. L'image (2) montre le locuteur décrivant la forme de la queue de l'animal avec sa main dominante, en TTF. L'image (3) présente le cheval en train de sauter par-dessus la barrière, en TS, avec le découpage suivant : la main dominante figure le cheval tandis que la main dominée figure la barrière, son regard suit l'action de la main dominante. Enfin, l'image (4) présente le locuteur dans le rôle du cheval en TP ; son regard est alors celui du personnage transféré.

			
(1) 00'09	(2) 00'11	(3) 00'31	(4) 00'14
Signe standard	Transfert de taille et forme	Transfert situationnel	Transfert personnel
« CHEVAL »	« forme de la queue du cheval » (main droite)	« le cheval saute par-dessus la barrière »	« le cheval galope avec bonheur »

Tableau 2 : Exemple de quatre unités signées dans le récit du Cheval

Par ailleurs, ces trois transferts principaux peuvent se combiner, soit entre eux, soit avec un signe standard ou un pointage. Il s'agit alors pour le locuteur d'utiliser les différents paramètres corporels⁷ d'une manière discrète du point de vue de la morphologie et de la sémantique. Si on considère toutes les combinaisons possibles, on aboutit à 24 catégories⁸ (Sallandre 2003 et 2007).

7. Les paramètres sont : la main dominante, la main dominée, la position du buste, le regard, la mimique faciale, la labialisation du mot français correspondant au signe en LSF.

8. Ce nombre peut être plus élevé selon la manière dont on considère la combinatoire des paramètres.

Voyons ici uniquement quelques combinaisons possibles de SGI. Commençons par le double transfert (DT), qui est l'association simultanée d'un TS et d'un TP. Notre corpus donne l'exemple d'un locuteur capable d'incarner simultanément un cheval, avec son buste, son regard et sa mimique faciale (en TP), tandis que sa main dominante figure un oiseau qui l'observe, et sa main dominée figure une barrière que le cheval s'apprête à franchir (en TS). Cet exemple montre que produire simultanément deux actants et un locatif est possible en LS. On voit qu'à la globalité pantomimique répond ici un morcellement sémantique du corps pour les SGI, tel qu'on peut le qualifier de *démembrement symbolique* qui interdit au locuteur de retrouver sa globalité corporelle et donc, à la différence de la pantomime, lui interdit d'exprimer le monde par les seuls effets qu'il exerce sur lui.

Voyons ensuite brièvement le « stéréotype de TP » (Cuxac 1996) qui est la reprise d'une attitude culturellement marquée, d'un geste coverbal stéréotypé, dans un discours en LS, pour suggérer l'état mental ou physique du personnage et non pour le décrire ou le simuler. Dans un exemple où le locuteur signe « se frotter les mains », l'intention du locuteur est d'indiquer la réflexion et la perplexité de son personnage.

Nous terminerons cet inventaire par un dernier type de TP, celui qui associe TP et discours rapporté entre protagonistes. Le tableau 3 montre une locutrice qui incarne une vache (deuxième protagoniste du récit) en TP en train de dialoguer avec le cheval qui est tombé. Dans ces deux exemples produits à une seconde d'intervalle, la configuration de la main dominante est différente: sur l'image (1), elle figure le geste coverbal d'attendre tandis que sur l'image (2), elle figure le signe standard [ATTENDRE] en LSF. Cette seule différence⁹ suffit à faire varier la catégorie de transfert – il s'agit d'un TP en discours rapporté avec un emprunt à la gestualité humaine coverbale pour l'image (1), et d'un TP en discours rapporté en signe standard pour l'image (2) – et montre les possibles ressources utilisées par le locuteur pour faire dialoguer ses personnages transférés (voir tableau 3 ci-contre).

2.2. Variation entre LS: l'exemple du signe standard [CHEVAL]

Pour un référent animé donné (un cheval), il existe des variations lexicales non seulement au sein de LS différentes mais aussi d'une même LS. Au-delà de ces différences, l'intérêt est de connaître les points communs entre ces signes qui se sont standardisés au fil du temps à partir d'un

9. La mimique faciale diffère également mais ceci n'entraîne pas de changement notable puisque dans les deux cas le locuteur est en TP: la mimique faciale est donc celle du personnage transféré.

	
(1) 02'12	(2) 02'13
TP discours rapporté avec gestualité	TP discours rapporté avec signe standard
« attendre »	« ATTENDRE »

Tableau 3 : Exemple de deux unités en discours rapporté dans le récit du Cheval



	
(1) reprise de la forme des deux oreilles, configuration 'V'	(2) reprise de la forme des deux oreilles, configuration 'index tendu'

Tableau 4 : Deux variantes du signe standard [CHEVAL] en LSF



	
(1) reprise de la forme des deux oreilles, configuration 'U'	(2) reprise de l'action du cavalier en TP

Tableau 5 : Deux variantes du signe standard [CHEVAL] en LS mauricienne

même processus d'iconicisation de l'expérience (*voir infra*). Pour ce faire, on indiquera les SGI qui sont à l'origine de la création de chacun des signes présentés.

Dans le tableau 4, la SGI à l'origine de ces signes standard en LSF est un TTF, *i.e.* la reprise par les mains d'une partie du référent (ici, les oreilles).

Le tableau 5 présente deux variantes du signe [CHEVAL] en LS mauricienne (LSM)¹⁰. Les SGI à l'origine de ces signes standard sont un TTF pour (1) et un TP pour (2). Le signe (1) est très proche du signe en LSF, ce qui peut suggérer une possible influence de la LSF sur la LSM.



Tableau 6 : Deux variantes du signe standard [CHEVAL] en LIBRAS

Enfin, dans les exemples en LIBRAS (LS brésilienne) du tableau 6, les SGI à l'origine de ces signes standard sont un TS pour (1) et un TTF pour (2).

Les LS étudiées ici présentent des différences d'iconon à l'origine du signe (Bonnal 2005). Au final, trois grandes stratégies de création du signe [CHEVAL] ont été observées: la reprise d'une partie du référent (la forme des oreilles en TTF, par une ou deux mains, et avec différentes configurations manuelles) ; la reprise en TP du cavalier qui tient les rênes; enfin, la reprise en TS du cavalier qui chevauche l'animal.

Mais ces exemples de signes lexicalisés font également ressortir de fortes similitudes entre les LS, surtout au niveau des paramètres non manuels: le regard est orienté vers l'interlocuteur, le buste est positionné face à l'interlocuteur, le signe est labialisé et il est effectué avec une durée plus rapide que pour une SGI.

10. Cette langue est encore à un stade récent de son institutionnalisation, puisqu'une école pour enfants sourds existe depuis seulement quarante ans à l'île Maurice et que les recherches linguistiques sur cette langue ont réellement commencé en 2004, avec notamment la parution d'un dictionnaire de LSM (Gebert et Adone 2006).

Pour résumer les différences entre pantomime et SGI, nous dirons finalement que d'un côté, dans la pantomime, il y a maintien d'une globalité du corps pour exprimer le monde, alors que de l'autre, pour les SGI, il y a exploitation d'un morcellement corporel pour exprimer le monde. D'un côté, la pantomime dans laquelle les effets du monde soumettent le corps à des durées variables dépendantes des actions mimées, laisse une gamme d'une telle étendue de *tempi* qu'elle ne favorise pas l'émergence d'unités stabilisées, c'est-à-dire d'un lexique. De l'autre les SGI, pour lesquelles le corps exprime le monde par ses propres effets, permettent d'exploiter ces effets jusqu'à l'affranchissement de l'apesanteur et de l'inertie. Ceci favorise l'utilisation d'un *tempo* interne qui homogénéise la stabilisation temporelle des unités, d'où l'émergence possible des unités lexicales.

Nous venons de voir comment SGI et pantomime se distinguaient dans le cas de langues institutionnalisées et normalisées (à des degrés divers) et qui présentent une forte population de locuteurs. Voyons à présent le cas particulier des LSE, langues créées par des individus sourds en interaction avec des interlocuteurs entendants. L'étude des LSE va nous amener au cœur du processus d'iconicisation de l'expérience dans lequel les SGI détaillées plus haut sont déjà activées dans des constructions complexes.

3. Sémiogénèse des LS : de l'iconicisation de l'expérience à l'émergence et à la stabilisation des signes

Complétant le cheminement à travers le continuum, l'analyse de LSE produites par des individus sourds avec leur entourage entendant nous permet de montrer : 1/ comment l'influence de la gestualité des entendants sur ces types de LS amène à reconsidérer l'écart entre gestuelle et LS ; 2/ comment l'iconicisation de l'expérience au moyen des SGI atteste de la différence avec la pantomime et enfin 3/ comment la variation et la stabilisation de formes s'actualisent par un jeu de contraintes à la fois d'usage et d'économie linguistique.

Les LSE étudiées dans le cadre du modèle sémiogénétique (Cuxac 2000), nous intéressent tout particulièrement puisqu'elles peuvent nous donner une vision, en synchronie, de ce qu'ont été les premiers stades d'évolution des LS. Des études sur les LSE (Kendon 1980 ; Yau 1992 ; Morford 1996 ; Goldin-Meadow 2003 ; Fusellier-Souza 2001, 2004, 2006) ont montré que les individus sourds vivant exclusivement en environnement entendant mettent en œuvre des stratégies communicationnelles communes fondées sur une iconicisation de l'expérience. L'analyse du fonctionnement de ce processus permet de mettre en évidence certains procédés linguistiques qui sont à l'origine des conditions d'émergence des

LS à la fois similaires (individu sourd en interaction avec un entendant) et spécifiques à l'environnement familial et socioculturel.

3.1. Incidence de la gestualité naturelle dans l'évolution et structuration des LS émergentes

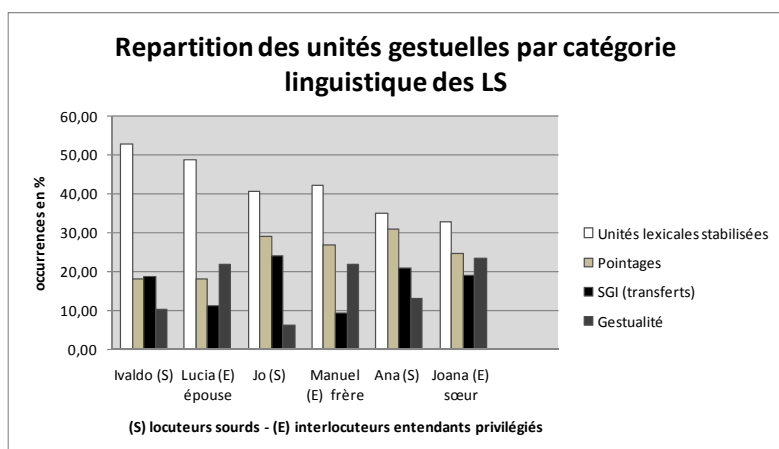
Les études portant sur les LSE ont montré que l'input visuel et gestuel auquel l'individu sourd est exposé avait des incidences sur la formation de son système linguistique. En effet, l'utilisation de la gestualité naturelle par les entendants est liée à différents facteurs socioculturels. C'est ce que montrent les études de Sorin-Barreteau (1996) sur le langage gestuel de Mofu-Gudur au Nord-est du Cameroun, et de Jirou (2001) sur une LS informelle pratiquée à Mbour au Sénégal. Jirou (2008) signale que « l'enfant sourd, né dans une communauté d'entendants [en Afrique], ne subit pas l'isolement (ou dans une moindre mesure), que peuvent éprouver les sourds de France ou d'autres pays ayant perdu leur tradition orale. Il acquiert tout jeune le lexique signé des entendants et cet environnement gestuel, participant à sa communication naturelle, est propice à la création d'autres signes pour enrichir son système linguistique ». L'étude de Fusellier (2004) portant sur les LSE d'adultes sourds brésiliens suggère également l'existence d'une influence de la gestualité de l'environnement entendant dans la formation du stock lexical de ces langues.

3.2. Les structures linguistiques des LS émergentes d'adultes sourds brésiliens

L'analyse des trois LSE de Fusellier (2004) s'appuie sur des corpus vidéo d'interactions entre des locuteurs sourds (Jo,IVALDO et Ana) et leurs interlocuteurs entendants privilégiés (Manuel, le frère de Jo, Lucia, l'épouse d'IVALDO et Joana, l'une des sœurs d'Ana). Ces personnes sourdes n'ont pas de contact entre elles ni avec d'autres sourds appartenant à une communauté mais bénéficient d'une certaine intégration sociale: Jo travaille avec l'un de ses frères dans la préparation de pizzas,IVALDO est vendeur ambulancier de jus de fruits et, si Ana n'a pas d'activité professionnelle, elle participe aux activités domestiques et à la vie de son quartier. Les LSE pratiquées par ces trois locuteurs sont structurellement et fonctionnellement semblables et montrent des propriétés similaires à celles d'autres LSE (enfantines ou adultes) étudiées dans la littérature.

Une transcription détaillée a permis d'extraire 3 074 occurrences de différents types de signes gestuels produits pendant 15 minutes de discours par chaque locuteur sourd en interaction. La catégorisation de ces unités gestuelles a été réalisée à partir d'une typologie des signes en

quatre grandes catégories fonctionnelles : 1/ unités lexicales stabilisées, 2/ unités gestuelles de GI, 3/ pointages et 4/ unités gestuelles en lien avec la gestualité brésilienne. Une analyse quantitative de données montre la corrélation entre les différentes catégories de signes produits par les locuteurs sourds et entendants (interlocuteurs privilégiés). Les pourcentages respectifs de chaque catégorie sont illustrés par le graphique 1 ci-dessous :



Graphique 1
Répartition d'unités gestuelles par catégorie linguistique des LS¹¹

Ce graphique révèle une utilisation structurée et harmonieuse entre interactants des quatre catégories d'unités gestuelles dans les 3 LSE. La présence d'unités lexicales stabilisées et de SGI permet de voir que la complémentarité fonctionnelle entre les deux manières de dire en LS (dire en montrant et dire sans montrer) est déjà attestée dans ces LS. Les unités lexicales stabilisées, premiers indices de la variation et de la stabilisation de formes spécifiques à l'environnement familial et socioculturel, se sont constituées à partir de l'input de la gestualité environnante d'une part et, d'autre part, d'un processus de routinisation des SGI qui ont perdu leur visée illustrative, comme l'atteste le processus de développement de toutes les LS.

11. Pour rappel : les interlocuteurs entendants privilégiés sont : Manuel, le frère de Jo ; Lucia, l'épouse d'Ivaldo et Joana, l'une des sœurs d'Ana.

3.3. Impact de la gestualité humaine environnante sur la création lexicale des LSE

Dans le répertoire lexical de ces 3 LSE, certains signes sont issus de la gestualité brésilienne (emblèmes). Dans les exemples (2) et (3) (tableau 7), Jo et Ivaldo ont le même signe pour désigner le concept de 'radin' (geste de faire le poing fermé en le retenant). En (4) et (5), Ivaldo utilise le signe « avoir des grands yeux » pour désigner le concept 'envieux'. Les deux signes semblent avoir été influencés par des métaphores existant également dans des expressions du portugais du Brésil (*ter olho grande*) et de la gestuelle brésilienne (*mão de vaca ou mão presa*).





(2) « radin »	(3) « radin »	(4) « envieux »	(5) « envieux »
			
Extension métaphorique : « grippe sou »		Extension métaphorique : « avoir de gros yeux »	

Tableau 7

Exemple des signes lexicaux stabilisés issus de la gestualité entendante

L'intégration sociale et la nature des échanges avec l'entourage sont en fait déterminantes dans la qualité et la quantité du répertoire des signes de chaque LSE. Par exemple, Ivaldo et Jo possèdent un grand nombre de signes pour représenter leur univers professionnel. Ana, bien que son univers perceptivo-pratique soit restreint à son environnement familial, possède pourtant un riche répertoire gestuel pour les tâches ménagères, les activités sportives du quartier, la vie religieuse et la vie de famille. Par ailleurs, la création de certains signes lexicaux a été influencée par des comportements liés au sexe des locuteurs. Ainsi le signe stabilisé 'draguer' utilisé par Jo et Manuel en (6) et Ivaldo et Lucia en (7) (tableau 10) a le même ancrage perceptivo-pratique : « reprise d'une action prototypique de l'homme qui prend une femme dans ses bras » tandis que chez Ana et sa sœur, l'exemple (8) illustre que le signe s'inspire d'une autre représentation : « reprise de deux bouches qui s'embrassent » (voir tableau 8 ci-contre).



L'analyse de corpus montre par ailleurs une utilisation authentiquement linguistique du canal visuo-gestuel lors des interactions. On remarque la présence :

– D'un « réseau d'influences mutuelles » (Kerbrat-Orecchioni 1990) entre les

Tableau 8
Exemple des signes
lexicaux issus
de l'ancrage perceptivo-
pratique et des variables
sociales

<p>(6) « draguer »</p> 	<p>(7) « draguer »</p> 	<p>(8) « draguer »</p> 
--	---	--

Tableau 9
Exemple de construction
du dire fondé par
l'iconicisation de
l'expérience au moyen
des SGI

<p>(1) « [la sépulture] = tombeau carré, solide avec une tête »</p>			
<p>Regard</p>	<p>Vers les signes</p>		
<p>Signes</p>	<p>« Forme épaisse d'un sépulture »</p>	<p>« forme rectangulaire d'un sépulture »</p>	<p>« dure, solide »</p>
<p>Grande iconicité</p>	<p>Transfert de forme : « forme carrée épaisse en profondeur »</p>	<p>Transfert de forme : « d'une forme rectangulaire »</p>	<p>Transfert de forme : forme carrée + tracé d'une forme arrondie</p>
<p>Signes</p>	<p>« sépulture » + « la tête du sépulture »</p>	<p>« sépulture » + « la tête du sépulture »</p>	<p>« sépulture » + « la tête du sépulture »</p>

participants du discours, marqué essentiellement par des postures corporelles, la direction du regard, des coups d'œil discontinus et des hochements de tête.

– De signes gestuels régulateurs de l'interaction : capteurs d'attention (signes gestuels d'appel) ; les énoncés des locuteurs sont ponctués de signes à valeur de questions : « tu vois? », « tu comprends? », « alors? ».

– De l'utilisation pertinente du regard dans la structuration de l'interaction : la direction du regard permet, entre autres, d'indiquer le début, la suite et la fin de l'échange discursif.

Parallèlement à ces aspects pragmatiques, des aspects formels ont été dégagés dans la production gestuelle des interlocuteurs entendants. Ces derniers s'avèrent à même de mettre en forme gestuellement, dans une visée illustrative et explicative, un concept ne disposant pas d'une forme lexicale, et ce à partir d'un ou plusieurs TTF. Ces interlocuteurs entendants contribuent activement à la création et au processus de stabilisation lexicale.

Ces constructions sont actualisées par le regard. Ceci est illustré dans l'exemple (1) tableau 9 (supra).

Ces dynamiques diffèrent entièrement de conduites pantomimiques et s'inscrivent dans un processus authentique de construction du dire attesté dans toutes les LS.

3.4. Stabilisation de formes : jeu de contraintes d'usage et d'économie linguistique

L'analyse de données montre également un point essentiel pour notre propos : un remarquable processus de stabilisation lexicale à partir des SGI est observable dans le fil même du discours lors des échanges entre nos locuteurs. Dans le tableau 10 (ci-contre), l'exemple (9a et 9b) illustre la façon dont Jo construit le concept de « jeu vidéo » : une première fois au



(9a) « jeux vidéo » Durée : 3 sec et 0,6" de sec	(9b) « jeux vidéo » Durée : 0,9" de sec
	
<p>1/ « tenir la manette de jeux » + mouvement des pouces + « appuyer sur les boutons » 2/ Transfert de forme : carré d'un écran (+ répétition 1)</p>	<p>« tenir la manette » + « appuyer sur les boutons »</p>

Tableau 10
Exemple de processus de stabilisation lexicale à partir des SGI

moyen de SGI, puis, en deuxième mention, *via* une forme plus économique morphologiquement : suppression des formes périphériques et redondantes et réduction du temps de réalisation du signe.

Cet exemple atteste *in vivo* la mise en œuvre d'un principe d'économie morphologique à partir d'un processus de stabilisation lexicale en discours, caractérisé par au moins quatre indices : a) réduction des séquences illustratives, b) réduction de l'investissement corporel, c) simplification de la forme, d) désactivation du paramètre du regard dans la construction de la forme.

Ces données nous permettent de dresser un inventaire préliminaire de certaines primitives similaires présentes pour toutes les LS :

- les unités de transferts (SGI) fondées sur une iconisation de l'expérience et l'activation d'une visée illustrative génèrent un nombre considérable de « signes productifs¹² » ;
- ces unités de transferts peuvent subir un processus de condensation et de stabilisation de la forme (routines de transferts) et donner ainsi naissance à des signes lexicaux stabilisés.

Ces résultats corroborent l'hypothèse de la bifurcation de visées (Cuxac 2000) et, en aval, valident le postulat d'un lien structural, en synchronie, entre les LS. Le schéma du Tableau 11 reprend les principes d'organisation initiale du dire en LS proposés dans le modèle sémiogénétique.

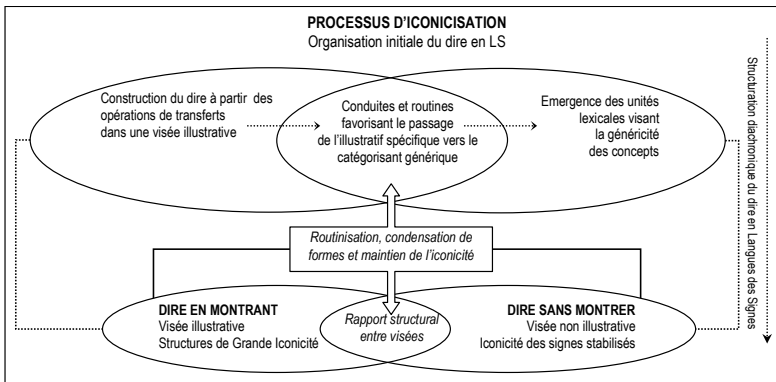


Tableau 11 : État des lieux du processus d'iconisation et organisation initiale du dire en LS

Au final, l'étude des LSE montre que le processus initial d'iconisation de l'expérience se construit selon une organisation élaborée obéissant à des principes structuraux propres aux LS. L'existence dans les LSE d'uni-

12. Voir l'introduction.

tés lexicales stabilisées et de structures de transferts témoigne du fait que l'expression du dire par ces locuteurs s'opère sur la base de deux types d'intentionnalité (visée illustrative ou non). Quant aux liens entre gestualité humaine et LS, les résultats affichés ici cautionnent l'idée d'une dynamique bien plus complexe entre les deux pôles du continuum. L'iconicisation de l'expérience actualisée par des structures de transfert montre qu'on est loin de conduites pantomimiques soumises aux conditions physiques et physiologiques de l'acte qu'elles représentent.

Conclusion

Le phénomène d'émergence et de structuration des LS nous montre que la démultiplication des continua dont on a vu les biais qu'ils provoquent, résiste mal au principe de réalité qui voit se côtoyer les deux extrémités du continuum tant pour les LSE que pour les LS institutionnelles comme la LSF. En effet, il suffit qu'un seul des axes de différenciation fasse défaut – celui de la parole – pour que se trouvent réunis et convoqués dans l'émergence de LS ce qu'il reste des instances du continuum à l'exception de la pantomime. Cette dernière se différencie des SGI selon trois oppositions : face à l'adhérence du corps au monde dans la pantomime, les SGI révèlent une possibilité de détachement au monde telle que le corps peut être mis pour autre chose que lui-même ; le corps pantomimique ne peut qu'être global, tandis qu'il est segmenté dans les SGI ; enfin, si le mime reflète une sémiose de l'acte, les SGI sont de plain-pied dans le dire. L'ensemble de ces différences pousse à extraire la pantomime du continuum de Kendon et à considérer que son inclusion *a priori* relève d'une norme historique très ancrée d'exutoire du corps qui parle. Un autre ordre de norme, linguistique cette fois, préside à l'aplatissement linéaire de phénomènes gestuels (vision du continuum) dont on voit bien pourtant la structure réticulaire (Emblèmes, SGI, Signes Standard) à l'œuvre dans les LSE et les LS institutionnelles notamment dans la part importante qu'occupent les SGI quel que soit le genre discursif. Loin d'être organisées en multilinéarités et en gradients, ces instances gestuelles s'apparentent à une racine rhizomatique et adviennent, quoique de manière structurée, dans les discours de LS. Elles ont, toutes, une nature linguistique. Les nombreuses variations présentées ici pour désigner par exemple l'entité [CHEVAL] mettent au jour les potentialités du processus d'iconicisation qui s'expriment grâce au démembrement symbolique du substrat corporel, ce qui constitue une nécessité commune aux LS en même temps que la norme dans la constitution du sens. À ce titre les LS ne constituent pas un aboutissement sémiologique gestuel mais un condensé, un véritable précipité des phénomènes en suspens dans le « continuum ».

Boutet D., The dual origin of gesture: Semiotic preconditions for the emergence of two kinds of symbolic gestures, LIA, 8:2, Aliyah Morgenstern & Michèle Guidetti (Eds), John Benjamins, 288-310, 2017

The dual origin of gesture:

Semiotic preconditions for the emergence of two kinds of symbolic gestures

1. Introduction

“There was therefore a time when conversation was supported by a language intermixed with words and gestures¹” (Condillac [1756], p.176) Through gesture, Condillac talks about hand movement having the same value as words. He speaks of a phase of transition between a language of pure gesture made of hand movements, and a spoken language that takes over later on. Nowadays, conversation does not mix together spoken words and gesture. Today, gesture accompanies spoken words and helps in its understanding. We know that the current state of conversation doesn’t allow us to determine the spoken or gestural origin of language. It is however, what we have access to.

McNeill (2012, 2014) recognizes the primacy of gesture during a first phase of ontogenetic development and evolution, but nevertheless asserts that the unity of gesture and speech takes place only in a second phase. The “Growth Point” is the way for McNeill to explain the integration between these two facets of language, rejecting “gesture-first” theories of language origins (e.g. Arbib 2005), as he believes that they incorrectly predict the supplanting of gesture by speech.² A second problem for such theories, according to him, is that pantomime (i.e. whole body speechless gesture) “repels speech” (McNeill 2014: 153). A third is that it lacks a “global-synthetic semiotic” as “every movement is meaningful in itself and the whole is built up out of these elements” (*ibid.* p. 154). In this paper, I take a very different approach. On the one hand, my purpose is to propose a *kinesiological* conception of gesture, and on the other hand, to contribute elements to the discussion of origin of gesture and language.

Taking McNeill (2014) as a starting point, this paper has two aims. First, it proposes to reinstate a kinesiological approach to co-speech gestures in contrast to McNeill’s imagistic approach. Second, it aims to discuss and argue for a dual origin of symbolic gestures both ontogenetically and phylogenetically. This dual origin approach differs from McNeill’s (2014) proposal of an “Acquisition 1 and 2” of gesture.

McNeill’s analysis is based on his theory of the Growth Point linking gesture and speech within a unity that developed alongside semiotic differences between speech and gesture. According to him the meaning of the gestural aspect is global, synthetic, idiosyncratic and additive. Conversely, the semiotics of speech is compositional, analytic, conventional and additive/combinatorial:

Unlike the sentence, the “parts” of the gesture (shape, direction, movement, etc.) do not have meanings of their own; they are meaningful only in the context of the gesture as a whole. This is the global property: the meanings of the parts depend on the meaning of the whole. (*ibid.* p.142)

Thus the *globality* of gesture is opposed to the combinatorial nature of language (McNeill 2014: 142; McNeill 2000: 143; McNeill 1992: 42). McNeill claims that the different parts of a gesture (its form, direction, turning or ascending movement) do not possess any intrinsic meaning. According to him a cupped and upward turned palm of the hand can be used in multiple situations, conveying different meanings. It can signify a request (McNeill 1992: 80), interiority (McNeill 2014: 142), container or contents (McNeill 1992: 149). But can we be certain that these meanings arise only from the shape the hand takes on? A gestural request is accompanied by a particular way of placing of the hand in relation to the interlocutor or the people involved in the scene (see Kendon 2004: 271-273; Müller

¹ « Il y a donc eu un temps où la conversation était soutenue par un discours entremêlé de mots et d’actions. » (Condillac [1756]).

² Cf. “Looking over a roster of gesture-first advocates, including those writing before the mirror neuron discovery, all say at some point that speech supplants the original gesture language, which is then marginalized.” (McNeill 2014: 151)

1998). McNeill’s analysis focuses on the meaning of the cupped hand in the context of all the other articulators or movements developed in the gesture. But is such semiosis truly “global”? Is not the meaning of the whole gestural performance dependent upon different parts of it?

Another criterion that supposedly distinguishes gesture from speech is synthesis *versus* analyticity. Gesture, it is claimed, presents the particularity of offering different meanings within a single image, whereas speech does so in separate linguistic forms. If we assume that gestural semiosis is based upon different articulators (i.e. joints plus segments) that produce a movement simultaneously, then this synthesis does not (only) depend upon the image that the gesture creates, but upon the articulators forming the composition (cf. Boutet 2007 ; Kendon 2014). Thus, gesture displays a kind of analyticity which is not distributed over a certain period of time, as is the case with language, but simultaneously.

A third criterion put forward by McNeill is the idiosyncratic nature of gestures: “Different speakers display the same meaning in idiosyncratic ways. [...] Lacking standards of form, individuals create their own gesture symbols for the same event, each incorporating a core meaning but adding details that seem salient.” (McNeill 1992: 41). This has, for example, been questioned by Andrén (2010) concerning children’s gestures. Throughout this article, we will see multiple examples of gestures which show that conventionalization also plays an important role.

Generally speaking, more nuances have to be brought to the analysis. The kinesiological approach taken in this article takes into account the kinematics of gestures based on the location of each segment (arm, forearm, hand and fingers), regardless of the point of view. These locations allow us to consider the motion of each segment compared to the others intrinsically. This approach includes several segments and several features of kinematics: location, velocity, acceleration, range of motion, physiological limits (degree of freedom dependent on joints) which allow or constrain the motion of the segments. In this approach, gestures are placed as part of a global structure and are fully embodied (Boutet 2015).

The structure of the paper and argument is as follows. In Section 2, I argue that we need to redefine what we understand by “image”, before tackling the question of the importance of vision and proprioception in the constitution of gestures. Taking into account the referential environment of the past ten millennia, which has become more and more artefactual, will allow us to better understand the relationship between praxic and symbolic gesture; for the praxic gesture, the impact it has on the environment depends on the purely physical movement. I also show that kinesiological approach to gesture is consistent with evidence from ontogenetic development.

In Section 3, I turn to phylogenetic evolution. The neuroscience helps to understand this evolution. As noted above, McNeill admits that there may have been a preliminary phase in which gesture existed alone, but that this in no case could have led to human language (2014: 151). As this scenario assumes that a vocal code would have had to supplant the gestural code and the synchrony between the two modes could not have been ensured, no Growth Point would establish the semantic complementarity between asymmetric modes. The second argument McNeill raises against the gesture-first theory has to do with the fact that pantomime lacks globality: “The fundamental problem is that pantomime lacks a global-synthetic semiotic” (2014: 154). The counterargument is that the semiotic elements underlying language, vocal as well as gestural, could not have appeared in their present forms two million years ago. A natural starting point is, rather, a situation where gesture can be considered in its praxic dimension or according to a minimal symbolic dimension and probably with a specific faculty to transmit knowledge through natural pedagogy (Csibra and Gergely, 2011). Section 3 develops the hypothesis that alongside essentially manual gestures, brachial gestures,³ arguably more ancient, also played an important role. I will argue that the origin of symbolic gestures may reside in two different parts of the upper limb and have developed at different times in the history of mankind.

2. An imagistic semiotics of gesture?

According to McNeill (2014: 170) “it is impossible to have gesture–speech unity if the gesture

³ For this type of gesture, the motion affects the arm and can sometimes spread to the forearm or to the hand. The latter two segments are more displaced than in movement. The movement affects just the arm.

contains the germ of a practical action”. To support this claim, he describes one particular gesture in the following terms:

the ‘rising hollowness’ gesture [...] looks like the action of lifting something in the hand, but this gesture is not lifting at all. It is an image of the character rising, of the interior of the pipe through which he rose, and of the direction of his motion upward — all compacted into one symbolic form to differentiate a field of meaningful equivalents having to do with how to climb a pipe: on the inside. (*ibid*: 169)

What type of sign or representation is this? In Peircian terms, this is clearly an *icon*⁴, that is, a sign based on similarity or formal resemblance with its referent. But full comprehension of such a gesture requires the ability on the part of the interlocutor to re-construct the represented scene, by means of the elements provided by the speaker performing the gesture. The elements of gesture and speech provided by the speaker provide the audience with a framework of relative positions and topographical information that allow them to interpret the movements and the protagonist, and thus to determine the exact intended meaning.

Therefore, a gesture may be understood and correctly identified according to its shape, its direction, its starting point, its arrival point, a prolonging line or a particular dynamic, in addition to the set scene. The construction of meaning is basically a bottom-up process, due to the independence of these components: trajectory, manner, motion, location, velocity, and acceleration. McNeill’s is a top-down approach and thus fails to account for these processes at work in gesture use.⁵ The interlocutor is party to the conditions within which this progressive construction takes place, based on the analogy between the gestures and the representation of the scene. This shows that the iconicity concerned is not that of what Peirce calls images but of *diagrams*: “which represent the relations, mainly dyadic or considered as such, of one thing by analogous relations in their own parts” (Pierce 1978, p. 149). In this section I consider a number of different aspects of this process.

2.1 The relative importance of the influence of vision and proprioception

In truth, the visual dimension of gesture constitutes only one element of the process. The studies conducted by Iverson and Goldin-Meadow (1997) with blind children around age ten show that the gestures of children who are blind from birth resemble, in form and content, those of seeing children. Of course, according to the context (narration, reasoning, spatial orientation), quantitative differences appear. But despite the lack of vision, congenital in these children, their gestures represented referents adequately. Therefore vision cannot be the main structuring factor of gestures and their forms in all cases.

Another study of a speaker who lost his sense of proprioception at age 19 and had to use vision to control his movements was designed to explore the consequence of this lack of proprioception on gestures (Quaghebeur et al. 2014). When this speaker was temporarily deprived of the sight of his own gestures, the topological relationship between his two hands was impaired, whereas shapes, timing and points of view were not. This suggests that an impairment of the proprioceptive modality may have a greater impact on gestures than blindness from birth. The importance of the visual dimension in the production of gestures mostly concerns their reception.

Furthermore, studies on deaf-blind Usher syndrome⁶ patients (Mesch 2011; Schwartz 2009) show that the shapes of signs may be perceived and correctly interpreted, even in blind people, simply

⁴ Cf. “A sign that refers to the Object that it denotes merely by virtue of characters of its own, and which it possesses” (Peirce 1978 p. 140)

⁵ On the other hand, as we will see further, my approach is to some degree consistent with the analysis of iconic gestures as “mimetic schemas” (Zlatev 2014. 2015), as these are closely related to practical actions, based on proprioception and highly dynamic.

⁶This syndrome is characterized by hearing loss and a gradual visual impairment. That visual impairment usually comes into adulthood later on. These people who have learnt

1 by manual contact between the interlocutors (the receiver puts his hands around those of the
2 transmitter, the form of each sign remains almost unchanged). Again, vision seems to have less of an
3 impact upon gesture than the absence of proprioception, the internal perceptive modality of
4 movement.

5 **2.2 From praxic to symbolic gestures**

6 The question of the imagistic character of gesture transcends the question of the visual structuring of
7 forms. By postulating that gestures are linked to mental images, we omit questioning how one refers in
8 gesture to the manner in which objects are produced. The image is connected neither to the objects,
9 nor to the hands; it frees itself from them. The hands create the objects, form them, craft, model and
10 manipulate them. More than that, the hands shape the object continuously through handling and, with
11 the function fulfilled by the object, an invariant form is imposed.

12
13 On the other hand, the notion of mental imagery underestimates the body and its role. In so
14 doing, it rejects the idea of praxic gestures, which, for hundreds of millennia constructed and continue
15 to mould the world in which we live. The gestures through which we represent objects, as I will argue,
16 are more akin to a co-construction than to a static imagistic replica of reality.

17
18 Taking a broad conception, gesture may be defined as any movement or tension of at least one
19 segment of the upper limb. These movements or tensions can be active or passive, done with or
20 without an object. A *symbolic* gesture differs from a *praxic* gesture since the result on the environment
21 does not depend on the movement made purely physically, but requires the comprehension of an
22 audience. In a praxic gesture the result could be achieved by a bare hand or via an object. No sharp
23 difference is needed between praxic gestures and symbolic or communicative gestures. The result of a
24 praxic gesture is only more immediate.

25
26 Aside from those few gestures that refer to entities like animals or plants or to outdoor
27 phenomena (rain, sun, a hill, time...), the huge majority of gestures concern actions and objects that
28 imply manipulation, because our environment is mainly composed of artefacts. Representations
29 through iconic gestures, categorized by Müller (2005: 268) as based on imitation, modeling, tracing,
30 and portrayal, show the omnipresence of manipulation in expressive gestures. This is the case in the
31 imitative mode, during which the gesture may reenact, for example, the actions of opening a door or of
32 throwing a ball. But this is also the case when the hand is forming an object such as a bowl or a bottle-
33 shaped object (modeling). In this case, the hand takes the place of the object, hammering out repeated
34 blows, with a clenched fist, as we would do with a hammer.

35
36 In semiotic terms, praxic gestures definitely come first and symbolic/representational gesture
37 for such objects follows. Thus we can see that from the initial externalized projection, through the
38 making of the object and all the way to its utilization, there are multiple modes of representation,
39 which are very resistant to change. The range of representations covers the entire process, from
40 conception to utilization. A hammer or a bowl may be represented gesturally at a prior stage as manual
41 possibilities. Their representation combines their function (*percussive* and *containing*) with their use
42 (*thrown percussive* and *grasping*; grasping by containing). These two objects, through their shape,
43 combine function and utilization. Other objects, such as a saw, will tend to be represented through the
44 *grasping* movement and the *perpendicular linear percussive* movement, rather than through their
45 function or effect.

46
47 Handshapes are continuously *in-formed* by our everyday manipulations. Whether for
48 representations which are commonly derived from practical actions, or for more conceptual use,
49 handshapes cannot be decoupled from handling and manipulation (Ann 2005; Napier 1956; Klatzky et
50 al 1987).

51
52 Tools and objects, but also human constructions – the externalization of the hand and body's
53 possibilities – are therefore manual and bodily artifacts in three respects: in manufacturing, in usage
54 and in function. Hence, although the artifacts evolve in the way they are produced, their *raison d'être*
55 remains entirely contained within the hand and its possibilities.

56 **2.3 Does ontogeny support the imagistic approach to gesture?**

57
58
59 sign language, will have to learn to adapt it to their blindness. To do so, they
60 communicate through hand contact with someone else, using signs.
61
62
63
64
65

1 Caselli et al (2012) studied 492 Italian children aged 8 to 18 months in order “to confirm and expand
2 upon the evidence of a link between A[ction]-G[esture] and early spoken vocabulary in both
3 comprehension and production” (Caselli et al 2012: 526). The action-gestures were divided into 5
4 categories:

- 5 • First Communicative Gestures: 12 number of items produced by 50% of children up to 18
6 months, without an object
- 7 • Games and Routines: 6, without an object
- 8 • Actions With Objects: 17, with an object
- 9 • Pretending to Be a Parent: 13, with an object
- 10 • Imitating Other Adult Actions: 15, with an object.

11 The developmental tendency showed priority to gestures *without* objects, also shown by Fenson et al
12 (1994) in the USA, Eriksson and Berglund (1999) in Sweden, Kern (2007) in France and Bavin et al
13 (2000) in Australia.

14 The imagistic paradigm of gestural representation keeps us from seeing the kinesiological
15 conditions required for the emergence of certain gestures. A study conducted by Marentette and
16 Nicoladis (2012) on 4 children, studied longitudinally between the ages of 6,5 and 11,5 months,
17 concentrated on 5 specific gestures: *pick-me-up*, *grasp-index*, *wave*, *clap* and *clasp-hands*. This study
18 aimed at showing the origin of ontogenetic ritualization of the first two gestures (*pick-me-up* and
19 *grasp-index*) and the conventional origin of the three last ones. The criteria chosen by the authors were
20 the following, based on previous research (Arbib et al 2008; Call and Tomasello 2007). Gestures
21 based on ontogenetic ritualization must:

- 22 a) derive from the progressive emergence of a functional action and evolve into a type of
23 communicative request;
- 24 b) be unidirectional and aimed at the interlocutor and
- 25 c) present a wide range of individual variations in form.

26 Conversely, the conventional gestures should:

- 27 a) have stable form;
- 28 b) appear rapidly; and
- 29 c) be used by both parties of the dyad, or even by other partners.

30 As we can see, an important criterion was the form the gestures: variable *vs* stable. The *wave* gesture,
31 expected to be a conventional gesture, turned out to be very variable because the oscillating movement
32 sometimes implied the shoulder, at other times the elbow, and often but not always the wrist. As to the
33 *pick-me up* gesture – expected to be a ritualized and therefore variable gesture – was not found to be
34 variable, although the authors note that the palms can be turned downwards or facing it each other, and
35 that the arms can be stretched upwards or outwards. The authors conclude by pointing out the
36 ambiguity of the results.

37 How could these findings be interpreted from a kinesiological perspective? The oscillating
38 movement in the *wave* gesture (used to say “goodbye”) can be performed on all three articulations:
39 wrist, elbow and shoulder. The stability of the form is reinforced by the possible convergence between
40 these three articulations, the movements of which can actually be combined. Although the articular
41 differences between these movements may seem significant, from the kinesiological point of view the
42 gestures show impressive stability. With these three articulations, with specific degrees of freedom in
43 the movement itself, there is a very similar pattern: abduction/adduction and exterior/interior rotation
44 of the arm, exterior/interior rotation and extension/flex of the forearm, adduction/abduction with an
45 extended position and marked pronation of the hand. Beyond the question of motor control, the
46 stabilization of this *wave* gesture is a kinesiological fact, to the extent that a single action diagram of
47 movement can account for all the variations (Boutet 2008). It applies to the poles concerned by two
48 degrees of freedom: the shoulder and/or the elbow, with a repeated oscillation at the opposite poles.
49 The different gestural actions that follow build a single, similar, visual form, with one palm facing the
50 interlocutor, oscillating from left to right. Stabilization – at a later phase no doubt – happens through a
51 reduction of the hand movement. The hand is held in a position of maximal extension and of total
52 pronation, the oscillating movement from left to right uses only one degree of freedom:
53 abduction/adduction.

1 Let us now consider the performance of the *pick-me-up* gesture, considered stable in form by
2 Marentette and Nicoladis (2012). This stability can only be evaluated if placed within the context of
3 the child's motor development, whose progressive control is established according to a proximal-distal
4 gradient. Thus, slight variations of the hand have less impact on the stability than variations at the
5 shoulder level. Konczak et al (1995) studied how 9 children between 4 and 15 months old controlled
6 spontaneous gestures of grabbing at a fixed target. An adult control group made it possible to compare
7 motor development in this type of gesture. The situation was comparable to that of the *pick-me-up*
8 study. The results show that acquiring coordination patterns between the segments of the upper limb
9 does not depend upon regulation of the amplitude of the movements. Whatever the distance of the
10 target to reach, and consequently whatever the amplitude of the movements, the level of coordination
11 remains the same.

12 Thus, whether the target is near or far, children start off their development with poor
13 coordination of movements of the different segments. Comparison between the path covered in space
14 by an adult's hand and by the child's hand, in the case of a similar path, shows a greater diversity of
15 angular movements of the shoulder and elbow with the children. Actually, coordination between the
16 segments of the upper limb is not yet complete, mainly because the neuro-muscular system in children
17 before the age of 15 months is not yet able to take into account all the consequences of the
18 movements, that is, gravitation and the arm's strength of reaction. The regulation to grab the object is
19 made just before reaching it. Konczak et al show that the variation is inseparable from motor
20 development at this period.

21 In sum, complementing (if not supplementing) an imagistic approach to gestures based on
22 resemblance criteria, with a bottom-up kinesiological approach allows us to make better sense of
23 findings in the ontogeny of gestures.
24

25 **3. The evolution of gestures and neuroscience**

26 Given the significant number of papers published about the mirror neurons, I here outline some
27 contemporary theories of the "gestural origin of language", with emphasis on evidence from
28 neuroscience, before focusing on some semiotic pre-conditions in gesture. We shall see in Section 3.2.
29 that the essentially brachial communicative gestures of nonhuman primates are in some ways similar
30 with gestures that are well integrated into the human habitus.
31

32 The conceptual landscape surrounding the idea of a gestural origin of language has been
33 altered since the discovery of mirror neurons (Rizzolatti et al 1996). These findings suggested that the
34 human Broca's area is a homolog to the F5 area in the premotor cortex in macaques, linked to motor
35 control of manual, oral and facial gestures. Part of the F5 premotor area was found to be active both
36 when performing an action and when observing an experimenter doing the same thing. This indicates
37 a kind of action-based recognition of the actions of others, as well as learning effects: while there was
38 initially no discharge when the experimenter picked up a grape with tweezers, after several tests, the
39 tool was apparently incorporated into the recognition process (Gallese et al 1996). This suggests that
40 the Broca's area, prior to the advent of spoken language, played a precursory role in the recognition of
41 actions, and provides a possible explanation of the evolution of interpersonal communication,
42 including the imitation and pantomime. Pursuing this line of enquiry, Higuchi et al (2009) have shown
43 through functional MRI that there is an overlap in brain activity in the Broca area during the
44 understanding of language and the use of a tool.
45

46 In a complementary approach, Levinson and Holler (2014) emphasizes the need for an
47 "interaction engine" prior to the advent of language.⁷ The authors shift the focus from mirror neurons
48 to the somatotopic organization of the hand-to-mouth connection in the human motor cortex,
49 suggesting a closely linked phylogenetic development of speech and gesture enabled by controlled
50 breathing some 500,000 years ago. As also argued by Dediu and Levinson (2013: 6) "a voluntary
51 control of breathing is a prerequisite for any complex speech production." Thus, ritualized symbolic
52 gesture, similar to those discussed under the notion of "ontogenetic ritualization" (Tomasello 2010;
53
54
55

56
57 ⁷ Levinson (2006 : 44ff) defines the idea of a core "Interaction engine" more as a *bricolage* than a module.
58 "a set of cognitive abilities and behavioural dispositions" (ibid. p.44) such as a) the attribution of
59 intentions, b)a mutual knowledge and a mutual salience, c) Gricean intentions.
60
61
62
63
64
65

1 Marentette and Nicoladis 2012) may have been the first to be integrated into this interaction engine,
2 followed quickly by pointing. This is an additive and therefore integrative model that does not suffer
3 from the kind of “supplementation” that McNeill criticizes (2014: 138). It takes the question of the origin
4 of language back to a pragmatic level of interactions.

5 Other approaches focus on the relationship between the making or use of tools and language.
6 Kendon (2004: 360) suggests that language, as integration of gesture and speech, could “be linked to
7 manipulatory activity”. Stout and Chaminade (2012) correlate the functional networks activated
8 during language activity and those involved in a praxic activity, particularly for making simple
9 choppers (Lower Paleolithic, Oldowan technology) and hand axes (Middle Paleolithic, Acheulean
10 technology). According to Leroi-Gourhan (1964) and Ambrose (2001), the biface hand axe is the
11 more complex of the tools to make as it requires a preparatory phase in which the core is struck from
12 several angles before the actual tool may be produced. The chopper, however, can be given its final
13 shape by a single blow (and can even be made in as little as 22 seconds (Marzke and Shackley 1986).
14 The essential point in these forms of tool-making concerns the neural networks brought into play.
15 Only the making of bifaces involves the right ventral premotor cortex and the dorsal part of the right
16 IFG (Inferior Frontal Gyrus) (*ars triangularis*) in the Broca area. The latter part of the brain is
17 associated with more abstract representations of action; it is organized hierarchically with a semantic
18 and syntactic integration and also plays a part in the production of language.

19 On the basis of this evidence, the authors question the mirror-neuron based theory of Arbib
20 (2005, 2012), which postulates a system of gestural proto-signs derived from conventionalized iconic
21 pantomime. Rather, Stout and Chaminade (2012) contend that ostensive gestures in the technology
22 learning process implemented in the transmission of techniques for making a hand axe, require the
23 observer to infer the goals of these gestures. Due to the multiplicity of preparatory gestures involved in
24 the making of a hand axe, the aims of these gestures are so distant and abstract that they must be
25 inferred rather than observed. This creates the gap required for the emergence of symbolism. Thus, the
26 authors consider that the need to infer the goals of the action is what led to symbols, without recourse
27 to pantomime.

28 Identifiable gestural elements can show parallel growing complexity between gestural activities in the
29 making of tools and in the praxis of how these tools were used. In terms of the framework of *bodily*
30 *mimesis* (Zlatev 2008, 2014), we need to understand how the evolution of tool making could bridge
31 the gap from *dyadic mimesis* (“based on the conscious control of the movement of one’s body and
32 attention of their correspondence to the body of another” (ibid, p.222) to *triadic mimesis*, based on
33 communicative intentions: “This action means X, and I want you to see this”. This implies that
34 distance must exist between the (communicative) action and intended result of the action.

3.2. A single or dual gestural origin?

35 Given the possible gestural origin of symbolism outlined in the previous section, how does one
36 explain the existence of gestural communication among non-human primates in the wild? Here, we
37 shall look at both the semiotic type that characterizes such communication and the movements through
38 which these gestures become meaningful. Alongside a praxic gestural origin of symbolism occurring
39 around the late Paleolithic, early human may have inherited another form of gestures generated at arm
40 level, anchored deeply in evolution. I start by briefly reviewing the research on gestural
41 communication among nonhuman primates, showing that their gestural repertoire essentially uses the
42 arm and that these gestures can pertain to an expression of interlocutor stance. These dyadic brachial
43 gestures must be differentiated from manual gestures with their triadic values. A dyadic gesture
44 involves only a “sender” and a “receiver”; it does not refer to anything or anyone else. In contrast, a
45 triadic gesture, such as an act of declarative pointing, is referential.

3.2.1 Communicative gestural organization in non-human primates

46 For the last fifteen years, there has been growing research interest in the communicative gestures of
47 nonhuman primates. One widely accepted theory, ontogenetic ritualization (Tomasello 1996, 1999)
48 sheds light on the origin of some of these gestures. This proposes that a process of repetitions of social
49 interaction between two animals will eventually lead to the establishment of communication gestures.
50 Each participant anticipates the other’s response, and simplifies their own, increasingly stylized

1 response, which is gradually reduced to a gesture. For example, the action of a young individual,
2 stretching its arm toward its mother, may be reduced to the sketchiest gesture to elicit a reaction (Pika
3 et al 2005). This type of ontogenetic ritualization introduces great flexibility, in that a gesture may
4 appear in a range of contexts and, likewise, two different gestures may appear in the same context.
5 This flexibility is linked to a dissociation between the end and the means employed to achieve it. This
6 has spin-off benefits. A given gesture triggering a positive response can become an asset adaptable to
7 another context. Another category of intentional gestures are “attention getters”, used to attract the
8 attention of fellow creatures. Yet they are not truly deictic, as they are dyadic and do not show a third
9 object to a peer.

10 It is important to note once more that these two categories of gestures — those resulting from
11 ritualization and the attention getters — are dyadic, and imperative rather than declarative. A
12 distinctive feature of gestures originating in ritualization, compared with those acquired by imitation,
13 as observed among apes in captivity (Liebal and Call 2012: 120) is their great formal variability. Thus
14 a gesture originating in ritualization will vary as much in form within the group as it will when
15 compared with another group.

16 However, recent studies have shown the absence of this criterion among great ape populations.
17 For Genty et al (2009), the difficulty in finding evidence for ontogenetic ritualization opens up a
18 different perspective on these gestures. Three studies — gorilla populations by Genty et al (2009),
19 orangutans by Cartmill and Byrne (2010) and chimpanzees by Roberts et al (2012b) — show that each
20 population has a common repertoire of gestures.

21 Cartmill and Byrne (2010) looked at the repertoire of communication gestures among
22 orangutans applying a new method for counting communication gestures.⁸ The authors assigned a
23 scale of intentional significance to each gesture depending on the number of outcomes with the same
24 response. This has three categories: gestures with a narrow meaning (over 70% of cases with an
25 expected outcome); gestures with a free meaning (between 50% and 70% of expected outcome); and
26 finally gestures with an ambiguous meaning (less than 50%). Finally, of the 38 gestures that ultimately
27 emerged from these filters, 71% had narrow meaning, 21% free meaning and only 8% ambiguous
28 meaning. Thus, the gestures showed far less flexibility than claimed by Liebal et al. (2006) in their
29 study of orangutans from an ontogenetic ritualization approach.

30 An almost concomitant study on gorillas conducted by Genty et al (2009), including a
31 population living in a reserve, revealed a repertoire of 102 gestures, of which only 15% were
32 witnessed on a single site, 39% on four sites and 85% were recorded on at least one of the four sites
33 studied. This does not tend to support ontogenetic ritualization whereby there would be as many
34 gestural variations within a group as there are between groups. On the contrary, the authors conclude
35 that the large majority of gorilla gestures belong to the repertoire of the species. This, however, does
36 not mean that their usage is specific and brings automatic responses: the gestures were used in a way
37 that is relatively flexible.

38 A third study, this time of chimpanzees, was conducted by Roberts et al (2012b). The results
39 indicated a relatively broad but fixed repertoire, as in studies reviewed above. Finally, in a recent
40 study, Hobaiter and Byrne (2014) observed chimpanzees in the wild (4,531 gestures of which 4,247
41 were responded to by the receiver). 19 types of Apparently Satisfactory Outcome (ASO) were
42 identified in these interactions. The authors identify the ASO as “An outcome that resulted in the
43 cessation of communication, and that represented a plausible desire on the part of the signaler” (*ibid*,
44 p. 1596). Seventeen types encourage interaction by either initiating or developing it. Two types were
45 used to stop the pursuit of a social activity, and used extensively. The repertoire consisted of 66
46 gestures, ten of which were used in just one context and seven in at least three contexts. The average
47 was 2.8 contexts per gesture. These findings consequently also challenge the idea that gestures derive
48 from ontogenetic ritualization.

49 In sum, without considering the issue of innateness, it appears that these communicative
50 gestures are to a large extent socially shared and form a repertoire for each species. If their emergence
51

52
53
54
55
56
57 ⁸ Instead of considering these gestures solely in the context in which they appear, independently from the
58 response to the gesture, the researchers only counted gestures that receive a satisfactory response from the
59 intended target, given the intended goal.
60
61
62
63
64
65

is not to be sought in ontogenetic ritualization, could it be that their formal characteristics derive from what each individual in a given species shares, namely a similar body? To address this, it is important to know which part of the upper limb is particularly involved in these repertoires.

3.2.2 Semantic proximities of brachial gestures between great apes and humans

Three studies, one on bonobos by Pika et al (2005), another on gorillas by Pika et al (2003) and a third on chimpanzees by Roberts et al (2012b) show great similarity in the number of gestures counted with arm motion: 68% of the bonobo repertoire, 71% for gorillas and 73% for chimpanzees. The hand may move alone (between 14% and 18% of cases), but for more than two thirds of the gestures in the data, the arm is in motion. The arm is therefore the body segment that is most widely used in communicative gestures among nonhuman primates.

In order to detail the semantic tendencies that emerge from the massive use of arm movements among nonhuman primates, we may consider three gestures that use arm motion. They all produce particular meaning in both nonhuman and human primates: an extension of the arm (backwards), bending (forwards) and abduction (upwards by the side). The extension of the arm may appear in several contexts among nonhuman primates, yet this motion is often involved in an agonistic situation during which the gesture indicates submission (see Figure 1).

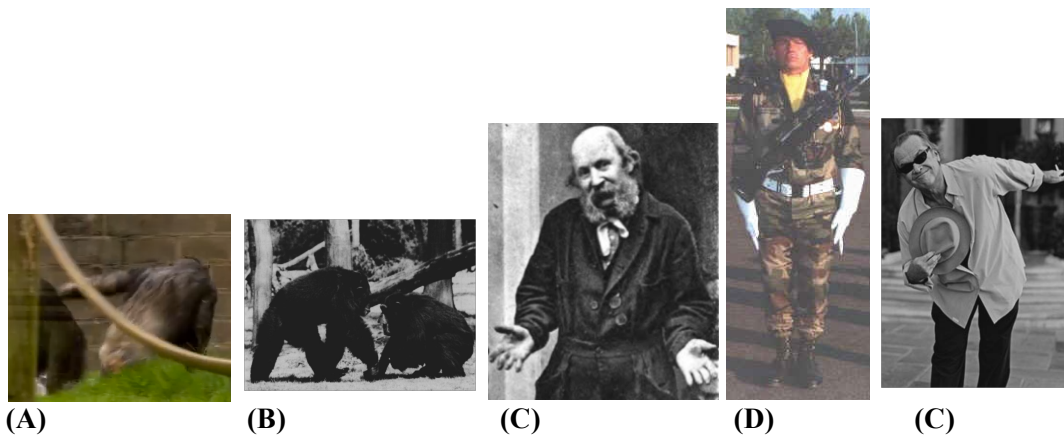


Figure 1. Illustrations of gestures (and posture) involving an extension of the arm. (A) gesture of submission after a spat, hand on the shoulder of the dominant while the dominated turns its back (arm extension, BBC, Katja Liebal). (B) the chimpanzee on the right adopts an attitude of submission (slight extension of the arms and a hunched up position of the head relative to the shoulders, Noë et al 1980) while the dominant ape impresses by projecting the arms forwards (flexion, see below). (C) the gesture of epistemic negation (“I don’t know”) is made with the arms withdrawn slightly (extension) and a slight raising of the shoulders (Darwin, 1872). (D) Modern Military attention pose generally restraining the elbow behind the back, the arms slightly extended and in adduction (close to the body). This last example comes from a constrained posture, socially integrated in a coercion system exactly as a reverent gesture is required in front of a member of a royal family. (E) Actor Jack Nicholson making a deep bow, an exaggeratedly reverent gesture. With the left arm fully extended, the shoulder rises slightly.

This gesture of submission, of course more symbolic in human cultures, is communicated by the admission of powerlessness conveyed by the epistemic negation (C) and the — at least temporary — acknowledgement of the superiority of the other via the deep bow (E). It can be seen, for example, that the submission does not need to be visible to retain its meaning, despite the real constraint exerted by the position of military attention, with the arms in extension and adduction (D). In all cases, the arm is in a more or less marked extension, and even adduction (close to the body). The shrugging of the shoulders is a consequence of this combination of extension and adduction.

Arm flexion gesture is generally associated with a request (see Figure 2). An explicit request for food will be signified by the palm up gesture towards the provider (A). A request in man may take the form of a prayer, an offering, or even a form of veneration even a ecstasy (C); arm flexion is present in these gestures.



Figure 2. Illustrations of gestures featuring arm flexion. (A) chimpanzee asking for food in a zoo (arm flexion, BBC, Katja Liebal). (B) the position of a person begging will generally feature arm flexion. The request may be more symbolic and lie in an intention or a prayer as illustrated in (D) (detail of Rogier Van der Wieden's Crucifixion) or (C) by gestures of veneration in a hysterical crisis (Albert Londe)

Arm abduction during a gesture (the elbow leaving the side of the body) is on the other hand an expression of power (see Figure 3). In nonhuman primates, this expression takes different forms depending on the species: a gorilla's chest beat is an audible gesture, made to impress and be heard at a distance (Pika 2003: 100), the arm raise of a young bonobo courting a female (Pollick and de Waal, (2007: 8185), a chimpanzee's swagger, according to Nishida et al (1999: 175 "The arms are normally held out from the body, the shoulders hunched up", quoting Van Hoof 1973). All these gestures have in common the fact they express power and feature more or less pronounced arm abduction.

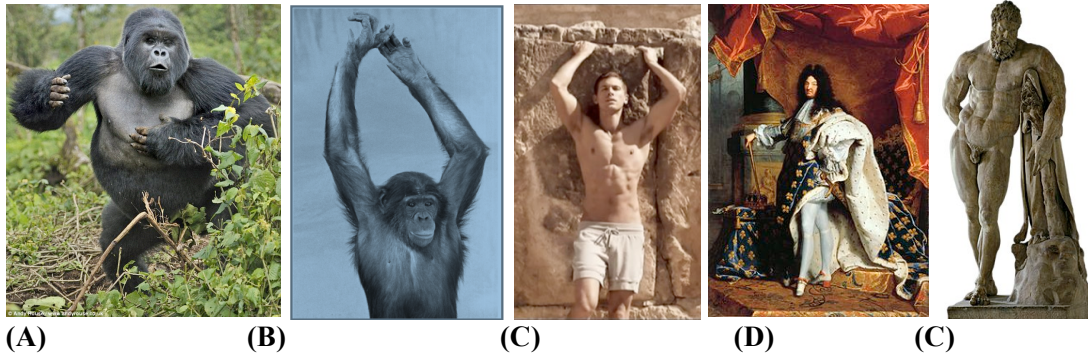


Figure 3 Illustrations of gestures featuring arm abduction. (A) a gorilla's chest beat consists of loudly striking its own torso. This gesture can only be performed with abduction of the arms. (B) a bonobo raises its arms above its head to attract a female. This is maximum arm abduction. (C) from an advertising campaign a male model strikes a pose that creates a sensual atmosphere. (D) in his representation of Louis XIV in full pomp, Hyacinthe Rigaud makes the highly symbolic choice of having the French king pose with the left fist on the hip (relatively conventional) and the right hand clasped over the scepter (more absolutist), thus deploying abduction on both arms. (E) the Farnese Hercules, most certainly copied from an ancient Greek statue, is shown resting after his labors, leaning on his club, arm detached from the side of the body (abduction).

In 17th and 18th century portrayals, the monarchs of Europe are shown in standing positions with arms akimbo (hands on hips). European sovereigns and military officers all adopt this posture which became conventional as from the late Renaissance (Spicer 1991). The use of abduction of at least one arm to represent power goes back to Antiquity, as witnessed in the statue of Augustus with arm horizontal directed slightly forwards to harangue his troops, or Trajan doing likewise. Totalitarian regimes in the 20th century are no exception, with the raised arm indicating power and showing the path to follow, as in numerous statues of Mao, Lenin and Stalin.

These three arm positions map to three specific meanings — submission, request, power — that appear to be common to both nonhuman and human primates. These should be viewed as tendencies; a domain of variation opens for each of these positions and for their composition. There are numerous potential gestures for each of these three directions. The particular anatomo-physiological constraints specific to each species impose limitations, special motor control, and sources of additional variations, see Boutet (2010). Still, it does seem then that the upper limb and especially arm positions form a distributor of broad domains of meaning, according to a distribution that more or less maps to the upper limb's two degrees of freedom. These arm gestures coexist in modern humans with the more manual gestures discussed in the previous sections, which appear to come later both in evolution.

3.3. A dual origin of gestures in evolution?

The debate on the possible gestural origin of language would need to take into account what is apparently a dual origin of symbolic gestures. One is brachial, distant and partly shared with nonhuman primates, pertaining to the position we have in a social interaction in terms of submission, request and power. This gestural dimension, originating and structured in the arm, could only extend into the upper limb as a whole, as hominines became bipedal. This means that in theory, this extension towards the hand can be associated with a very early stage in human evolution.

This then raises a question in connection with the other type of gestures based on the hand. If the extension to the hands of gestures of submission and power occurred before the emergence of gestures of manual origin, then such interactional meaning should coexist with the triadic symbolic gestures of manual origin. On the contrary, if gestures of manual origin developed before those of brachial origin extended to the hand, then the latter would have difficulty to extend to the hand. In the latter case, we would simply have had no case of a gesture involving mobility of the hand alone to express request, incapacity or power. We have just seen that this is not the case for incapacity (Figure 1/C). A systematic study of the positions and configurations of the hands in different signed languages should enable this potential gestural co-presence to be checked.

4. Conclusions

The major aim of this article was to reinstate a kinesiological approach at the heart of the structuring of co-speech gestures. As argued, other modalities such as proprioception are invoked to qualify gesture itself or its relationship with language (Section 2). Thus, an overemphasis on vision - and its mental avatar the “image” - has contributed to a minimization of the actual materiality of gestures and their corporeal substratum. Qualifying gesture as an imagistic phenomenon leaves unexplained the fact that the referents of gestures are either actions or objects that can be manipulated. The way these referents are represented cannot be dissociated from manipulation, which entertains a constitutive relationship with the hand. The portability, usage and function of the object cannot be distanced from how it is represented. On the other hand, if *image* is interpreted as an abstract conception, and no longer particularly visual, it becomes rather Cartesian by downplaying the influence of the body, and giving precedence to abstractions, global properties, and idiosyncratic constructions, which are all opposed to a kinesiological approach.

The second aspect of the approach presented in this article is the idea of a dual origin of symbolic gestures in evolution and ontogenetic development. Considering gestures based on movements of the upper limb, I have proposed an ancient origin, shared with nonhuman primates and established before the advent of bipedalism. Its source lies in the movements that extend along the upper limb. These gestures essentially give stance in social interaction and, being very generic, form powerful means of communication. They can be used in all occasions and assume specific meanings according to context. For nonhuman primates, a certain level of formal specification appears according to species and contexts. In human beings, these gestures also express a stance in the interaction. They often take specialized forms. Gestures expressing power may for example be divided into (a) gestures of protest (fist raised and arm stretched above head level), (b) gestures of encouragement for a sports team (fist twirling above the head), (c) high-fiving between two teammates celebrating success, or as previously seen, (d) fists on hips or, (e) as seen in the 1960s, the posture of rebellious youth with arms crossed high on the torso.

The second and more recent gestural origin is essentially structured from the hand. It is triadic and has semiotic pre-conditions in the emergence of Thirdness during the Upper Paleolithic period, in which human gestures of manipulation separated from those for making of tools and objects. *Stricto sensu* it is more limited in the extent of the upper limb mobilized, than that fulfilled by gestures of brachial origin. Despite this, manual gesture is beyond doubt the most productive of the two. The entities represented can be moved in space, while gestures of stance are harder to redirect.

In conclusion, it is highly likely that before the emergence of speech, dyadic symbolic gestures had developed in early humans. The characteristics of these are highly interesting as they undoubtedly formed the biological, cognitive and semiotic substratum upon which language was built. Clearly, changes have subsequently occurred. Yet it would seem that their forms have not evolved much if we consider the similarity between these gestures in humans and those of nonhuman primates. This evolutionary precedence of dyadic gestures over speech challenge the claim of a sudden appearance of a gesture-speech system.

Acknowledgements

I wish to thank the two anonymous referees for their advices as well as Jordan Zlatev for his reading and his reformulating.

Bibliography

- Ambrose, S. H. (2001). Paleolithic technology and human evolution. *Science*, 291(5509), 1748-1753.
- Ann, J. (2005). A functional explanation of Taiwan Sign Language handshape frequency. *LANGUAGE AND LINGUISTICS-TAIPEI*, 6(2), 217.
- Arbib, M. A. (2012). *How the Brain Got Language: The Mirror System Hypothesis*. Oxford University Press, 432.
- Arbib, M. A., Liebal, K., & Pika, S. (2008). Primate vocalization, gesture, and the evolution of human language. *Current Anthropology*, 49(6), 1053-1076.

- 1 Bavin, E. L., Prior, M., Reilly, S., Bretherton, L., Williams, J., Eadie, P., ... Ukoumunne, O. C.
2 (2008). The Early Language in Victoria Study: Predicting vocabulary at age one and two years from
3 gesture and object use. *Journal of Child Language*, 35(03), 687-701.
- 4 Boutet, D. (2007). Gesturing as Substratum and Support: a Case of Continuity. In *Interacting Bodies*.
5 Lyon; France.
6 [http://hal.archives-ouvertes.fr/index.php?halsid=rrlb1bfqut9aih17fvqvjorig0&view_this_doc=halshs-
7 00186622&version=1](http://hal.archives-ouvertes.fr/index.php?halsid=rrlb1bfqut9aih17fvqvjorig0&view_this_doc=halshs-00186622&version=1)
- 8 Boutet, D. (2008). Une morphologie de la gestualité : structuration articulaire. *Cahiers de linguistique
9 analogique*, n°5, PP. 80-115.
- 10 Boutet, D. (2010). Structuration physiologique de la gestuelle : modèle et tests. *Lidil*, (42), 77-96.
- 11 Boutet, D. (2015). Conditions formelles d'une analyse de la négation gestuelle. *Vestnik of Moscow
12 State Linguistic University, Discourse as social practice: priorities and prospects*(6 (717)), 116-129.
- 13 Calbris, G., Montredon, J., & Zaï. (1986). *Des gestes et des mots pour le dire*. Paris: Clé International,
14 159.
- 15 Call, J., & Tomasello, M. (2008). Does the chimpanzee have a theory of mind? 30 years later. *Trends
16 in cognitive sciences*, 12(5), 187-192.
- 17 Cartmill, E. A., & Byrne, R. W. (2010). Semantics of primate gestures: intentional meanings of
18 orangutan gestures. *Animal Cognition*, 13(6), 793-804. <http://doi.org/10.1007/s10071-010-0328-7>
- 19 Caselli, M. C. (1990). Communicative gestures and first words. In *From gesture to language in
20 hearing and deaf children*, Springer, 56-67.
- 21 Étienne Bonnot de Condillac. (1756). *An Essay on the Origin of Human Knowledge: Being a
22 Supplement to Mr. Locke's Essay on the Human ...* London: J. Nourse.
- 23 Corballis, M. C. (2003). From Mouth to Hand: Gesture, Speech, and the Evolution of Right-
24 Handedness. *Behavioral and Brain Sciences*, 26(02), 199-208.
- 25 Csibra, G., & Gergely, G. (2011). Natural pedagogy as evolutionary adaptation. *Philosophical
26 Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 366(1567), 1149-1157.
- 27 Darwin, C. (1998). *The expression of the emotions in man and animals*. Oxford University Press, 437.
- 28 Dediu, D., & Levinson, S. C. (2013). On the antiquity of language: the reinterpretation of Neandertal
29 linguistic capacities and its consequences. *Frontiers in Psychology*, 4,1-17.
- 30 Eriksson, M., & Berglund, E. (1999). Swedish early communicative development inventories: words
31 and gestures1. *First Language*, 19(55), 55-90.
- 32 Fenson, L., Dale, P. S., Reznick, J. S., Bates, E., Thal, D. J., Pethick, S. J., ... Stiles, J. (1994).
33 Variability in early communicative development. *Monographs of the society for research in child
34 development*, 1-185.
- 35 Gallese, V., Fadiga, L., Fogassi, L., & Rizzolatti, G. (1996). Action recognition in the premotor
36 cortex. *Brain*, 119(2), 593-609.
- 37 Genty, E., Breuer, T., Hobaiter, C., & Byrne, R. W. (2009). Gestural communication of the gorilla
38 (Gorilla gorilla): repertoire, intentionality and possible origins. *Animal Cognition*, 12(3), 527-546.
- 39 Hickok, G., (2009) « Eight problems for the mirror neuron theory of action understanding in monkeys
40 and humans ». *Journal of cognitive neuroscience* 21, n° 7, 1229–1243.
- 41 Higuchi, S., Chaminade, T., Imamizu, H., & Kawato, M. (2009). Shared neural correlates for language
42 and tool use in Broca's area: *NeuroReport*, 20(15), 1376-1381.
- 43 Hobaiter, C., & Byrne, R. W. (2014). The meanings of chimpanzee gestures. *Current Biology*, 24(14),
44 1596-1600.
- 45 *How to Speak Chimpanzee - Extraordinary Animals - Series 2 - Earth*. (2014). Consulté à l'adresse
46 https://www.youtube.com/watch?v=NBFbBfcixRY&feature=youtube_gdata_player
- 47 Iverson, J. M., & Goldin-Meadow, S. (1997). What's communication got to do with it? Gesture in
48 children blind from birth. *Developmental psychology*, 33(3), 453.
- 49 Kendon, A. (1988). How Gestures Can Become like Words. In *Cross-Cultural Perspective in
50 Nonverbal Communication* (C.J. Hogrefe,). Toronto ; Lewiston, N.Y.: Fernando Poyatos, 131-141.
- 51 Kendon, A. (2004). *Gesture : visible action as utterance*. Cambridge: Cambridge University Press,
52 400.
- 53 Kendon, A. (2014). Semiotic diversity in utterance production and the concept of « language ». *54 Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 369(1651),
55 20130293-20130293.
- 56
57
58
59
60
61
62
63
64
65

- 1 Kern, S. (2007). Lexicon development in French-speaking infants. *First Language*, 27(3), 227-250.
- 2 Klatzky, R. L., McCloskey, B., Doherty, S., Pellegrino, J., & Smith, T. (1987). Knowledge about hand
3 shaping and knowledge about objects. *Journal of motor behavior*, 19(2), 187-213.
- 4 Konczak, J., Borutta, M., Topka, H., & Dichgans, J. (1995). The development of goal-directed
5 reaching in infants: hand trajectory formation and joint torque control. *Experimental Brain Research*,
6 106(1), 156-168.
- 7 Leroi-Gourhan, A. (1964). *Le Geste et la parole. , technique et langage*. Paris: A. Michel, 323.
- 8 Levinson, S. C. (2006). On the human 'interaction engine'. *Roots of human sociality: Culture,
9 cognition and interaction*, 39–69.
- 10 Levinson, S. C., & Holler, J. (2014). The origin of human multi-modal communication. *Philosophical
11 Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 369(1651), 20130302-20130302.
- 12 Liebal, K., Call, J., (2012) « The Origins of Non-Human Primates' Manual Gestures ». *Philosophical
13 Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 367, n° 1585 (12 janvier 2012): 118-28.
- 14 Liebal, K., Pika, S., & Tomasello, M. (2006). Gestural communication of orangutans (*Pongo
15 pygmaeus*). *GESTURE-AMSTERDAM-*, 6(1), 1-38.
- 16 Marentette, P., & Nicoladis, E. (2012). Does ontogenetic ritualization explain early communicative
17 gestures in human infants? *Developments in primate gesture research*, 6, 33.
- 18 Marzke, M. W., & Shackley, M. S. (1986). Hominid hand use in the pliocene and pleistocene:
19 Evidence from experimental archaeology and comparative morphology. *Journal of Human Evolution*,
20 15(6), 439-460.
- 21 McNeill, D. (1992). *Hand and mind : what gestures reveal about thought*. Chicago ; London:
22 University of Chicago press, 416.
- 23 McNeill, D. (2000). *Language and gesture*. Cambridge University Press, 409.
- 24 McNeill, D. (2005). *Gesture and thought*. Chicago (Ill.) ; London: University of Chicago Press, 318.
- 25 McNeill, D. (2014). Gesture–speech unity: Phylogenesis, ontogenesis, and microgenesis. *Language,
26 Interaction and Acquisition/Langage, Interaction et Acquisition*, 5(2), 137-184.
- 27 Mesch, J. (2011). Variations in tactile signing-the case of one-handed signing. *ESUKA–JEFUL*, 273-
28 282.
- 29 Morgenstern, A., & Parisse, C. (2012). The Paris Corpus. *Journal of French Language Studies*,
30 22(Special Issue 01), 7-12.
- 31 Müller, C. (2004) “Forms and uses of the palm-up-open-hand: A case of a gesture family?” In
32 Cornelia Müller and Roland Posner, eds. *The Semantics and Pragmatics of Everyday Gestures:*
33 *Proceedings of the Berlin Conference, April 1998*. Berlin: Wiedler Buchverlag
- 34 Müller, C. (2005). Gestures in human and nonhuman primates: Why we need a comparative view.
35 *Gesture*, 5(1-2), 259-283.
- 36 Napier, J. R. (1956). The prehensile movements of the human hand. *Journal of bone and joint surgery*,
37 38(4), 902-913.
- 38 Nishida, T., Kano, T., Goodall, J., McGrew, W. C., & Nakamura, M. (1999). Ethogram and
39 ethnography of Mahale chimpanzees. *Anthropological Science*, 107(2), 141–188.
- 40 Noë, R., de Waal, F. B. M., & van Hooff, J. A. R. A. M. (1980). Types of Dominance in a
41 Chimpanzee Colony. *Folia Primatologica*, 34(1-2), 90-110.
- 42 Peirce, C. S. (1978). *Écrits sur le signe*, trad. *Gérard Deledalle, Paris, Seuil*, 262.
- 43 Pika, S., Liebal, K., Call, J., & Tomasello, M. (2005). Gestural communication of apes. *Gesture*, 5(1-
44 2), 41-56.
- 45 Pika, S., Liebal, K., & Tomasello, M. (2003). Gestural communication in young gorillas (*Gorilla
46 gorilla*): Gestural repertoire, learning, and use. *American Journal of Primatology*, 60(3), 95-111.
- 47 Pika, S., Liebal, K., & Tomasello, M. (2005). Gestural communication in subadult bonobos (*Pan
48 paniscus*): Repertoire and use. *American Journal of Primatology*, 65(1), 39-61.
- 49 Pollick, A. S., & De Waal, F. B. (2007). Ape gestures and language evolution. *Proceedings of the
50 National Academy of Sciences*, 104(19), 8184–8189.
- 51 Quaegebeur, L., Duncan, S., Gallagher, S., Cole, J., & McNeill, D. (2014). Proprioception, gesture,
52 and cognitive being. In *Body language communications: An international handbook on multimodality
53 on human interaction*, Berlin: C. Müller, A. Cienki, E. Fricke, S. Ladwig, D. McNeill & S. Tessendorf.
54 De Gruyter/Mouton, Vol. 2, 2048-2061.
- 55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65

- 1 Rizzolatti, G., & Arbib, M. A. (1998). Language within our grasp. *Trends in Neurosciences*, 21(5),
2 188-194.
- 3 Roberts, A. I., Vick, S.-J., & Buchanan-Smith, H. M. (2012a). Usage and comprehension of manual
4 gestures in wild chimpanzees. *Animal Behaviour*, 84(2), 459-470.
- 5 Roberts, A. I., Vick, S.-J., Roberts, S. G. B., Buchanan-Smith, H. M., & Zuberbühler, K. (2012b). A
6 structure-based repertoire of manual gestures in wild chimpanzees: statistical analyses of a graded
7 communication system. *Evolution and Human Behavior*, 33(5), 578-589.
- 8 Schwartz, S. (2009). *Stratégies de synchronisation interactionnelle - alternance conversationnelle et*
9 *rétroaction en cours de discours - chez les locuteurs sourdaveugles pratiquant la langue des signes*
10 *française tactile*. Paris 8. Consulted <http://www.theses.fr/2009PA083601>
- 11 Spicer, J. (1991). The Renaissance Elbow. *Jan Bremmer and Herman Roodenburg, A Cultural History*
12 *of Gesture from Antiquity to the Present Day*, Polity press, 84-128.
- 13 Stout, D., & Chaminade, T. (2012). Stone tools, language and the brain in human evolution.
14 *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 367(1585), 75-87.
- 15 Tomasello, M. (1996). Do apes ape? In *Social Learning In Animals: The Roots of Culture* Cecilia M.
16 Heyes, Bennett G. Galef, Academic press, 319-346.
- 17 Tomasello, M. (2010). *Origins of human communication*. MIT press, 413.
- 18 Van Hooff, J. (1973). A structural analysis of the social behaviour of a semi-captive group of
19 chimpanzees. *Social communication and movement: Studies of interaction and expression in man and*
20 *chimpanzee*, 75-162.
- 21 Zlatev, J. (2008). The co-evolution of intersubjectivity and bodily mimesis. *The shared mind:*
22 *Perspectives on intersubjectivity*, 215–244.
- 23 Zlatev, J. (2014). Image schemas, mimetic schemas and children’s gestures. *Cognitive Semiotics*, 7(1),
24 3-29.
- 25 Zlatev, J. (2015). Cognitive Semiotics. In *International Handbook of Semiotics*, Springer, 1043-1067.
- 26
27
28
29

30 **Abstract**

31 This article questions some aspects of McNeill’s “imagistic” conception of gesture and theory of the
32 origin of language. I present a complementary kinesiological approach, and a hypothesis of two
33 possible origins of symbolic gestures. The role played by the human artifactual environment allows us
34 to give more importance to articulation rather image. Going back to the gestures of non-human apes, it
35 is shown that their dyadic brachial origin shows striking similarities of form and meaning with human
36 brachial gestures. Beside this brachial origin, manual gestures linked to manipulation appear when the
37 humankind acquired manual skills. These gestures express triadic values. Before speech appeared,
38 human beings most probably already used dyadic symbolic gestures.

39
40

41 **Key words:** articulation, co-verbal gesture, kinesiology, origin of language, semiotics, non-human
42 primates, Paleolithic

43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65

**Articles et chapitres d'ouvrages à propos de
l'aspect**

**Boutet D., Morgenstern A., Cienki A., Grammatical Aspect and Gesture in French
Reenacting past events, in Russian Journal of Linguistics, 20,3, 132-151, 2016**

GRAMMATICAL ASPECT AND GESTURE IN FRENCH: A KINESIOLOGICAL APPROACH

Dominique Boutet¹, Aliyah Morgenstern²,
Alan Cienki³

¹Université de Rouen
140 rue de Belleville 75020 Paris, France

²Université Sorbonne Nouvelle
12 rue St Fiacre, 75002 Paris, France

³Universiteit Amsterdam & Moscow State Linguistic University
VU, De Boelelaan 1105 1081 HV Amsterdam, Netherlands

In this paper, we defend the idea that research on Gesture with Speech can provide ways of studying speakers' conceptualization of grammatical notions as they are speaking. Expressing an idea involves a dynamic interplay between our construal, shaped by the sensori-motoric and interactive experiences linked to that idea, the plurisemiotic means at our disposal for expressing it, and the linguistic category available for its expression in our language. By analyzing the expression of aspect in Speech with Gesture (GeSp) in semi-guided oral interactions, we would like to make a new contribution to the field of aspect by exploring how speakers' construal of aspectual differences grammaticalized in their language, may be enacted and visible in gesture.

More specifically we want to see the degree to which event structure differences expressed in different grammatical aspects (perfective and imperfective) correlate with kinesiological features of the gestures. To this end, we will focus on the speed and flow of the movements as well as on the segments involved (fingers, hand, forearm, arm, shoulder). A kinesiological approach to gestures enables us to analyze the movements of human bodies according to a biomechanical point of view that includes physiological features. This study is the first contribution focused on the links between speech and gesture in French in the domain of grammatical aspect.

Grammatical aspect was defined by Comrie (1976) [1989] as involving the internal unfurling of the process, «[...] tense is a deictic category, i.e. locates situations in time, usually with reference to the present moment [...]. Aspect is not concerned with relating time of the situation to any other time-point, but rather with the internal temporal constituency of the one situation; one could state the difference as one between situation-internal time (aspect) and situation-external time (tense) » (Comrie, 1976 [1989]: 5).

Can kinesic features express and make those semantic differences tangible? When a speaker produces a gesture with specific physiological properties, for example a certain speed, is there an underlying source that motivates that speed? Could a speaker's construal of the event, seen in her choice of grammatical aspect, lead to her performing a gesture with specific properties? This study is an attempt to tackle these questions and present new methods to analyze gestures.

1. INTRODUCTION

1.1. Aspect in speech: focus on French

The great Alexandrian grammarian, Dionysios Thrax (170—90 B.C., see Lallot & Thrace, 1998) had already indicated in what remains of his written work that Greek verbal forms express both time and aspect. Indeed, if grammatical tenses merely expressed chronological time, there would only be one tense per time meaning. This paradox in the Greek verbal system is also illustrated in past tenses in French. The existence of several forms can be explained by aspectual differences added to reference to chronological time.

Aspect became extensively described thanks to the analysis of Slavic languages. The study of Slavic verb aspect influenced Indo-European linguistics and was then transmitted to the French linguistic tradition mostly in the 19th century according to Wilmet (2003). For de Boer (1947), as for a number of subsequent linguists working on French, the only aspectual difference that he finds preserved in French is the opposition between the three past tenses, *passé composé*, *imparfait*, and *passé simple*. Despite the fact that Damourette & Pichon (1929) explain that aspect is not present in a systematic way in the French system as a whole, according to Gosselin (2005), French is a language in which lexical and grammatical aspect can be clearly distinguished and for which indeed grammatical aspect is expressed in addition to reference to time in the past tenses.

What Gosselin calls a clear distinction was not very precisely described at first by linguists working on French. Verbal aspect is mentioned throughout Ferdinand Brunot's book (1953) that is fundamental for many specialists of French, but the distinction between grammatical and lexical aspect is rather blurred. *Le bon usage* by Maurice Grevisse (1953) however, offers quite a good general definition of aspect: 'L'aspect du verbe est le caractère de l'action considérée dans son développement, l'angle particulier sous lequel l'accomplissement (le "processus") de cette action est envisagé' (the aspect of a verb is the character of the action considered in its progress; the particular angle from which the accomplishment (the "process") of the action is viewed). A more theoretical analysis of aspectual differences for French past tenses was introduced extensively and in detail by Guillaume (1929). In his terminology, simple verbs are in the TENSIVE aspect, compound verbs in the EXTENSIVE aspect. Syntax is thus to be taken into account when describing grammatical aspect. Guillaume skillfully characterizes *passé simple* (now used in written French only), *passé composé* and *imparfait*. According to him, the three types of aspects involved are:

- The "global" aspect, which is described as being an aoristic, perfective or inceptive aspect. It is expressed by the "passé simple" and gives an account of the event in its entirety: *il entra dans la maison* (he entered the house).
- The aspect "accompli", which expresses a resulting state: *il a terminé son travail* (he has finished his work).
- The imperfective (aspect "inaccompli") which views the event from an internal perspective: the temporal boundaries of the event are not taken into account and only part of the process is presented: *il mangeait* (he was eating).

The concept of open and closed boundaries, which is considered by Desclés & Guenchéva (Desclés & Guenchéva, 1996: 27) as fundamental for the study of aspect is taken up, reintroduced and reinforced after Guillaume by Culioli around 1970 in his seminars (see Culioli, 1999).

In contemporary spontaneous oral French, the *passé simple* is not used anymore. It is described as having been replaced by the *passé composé* and in a lot of cases of vivid descriptions, by the narrative *présent* as we will see in our data. It is difficult to formally distinguish what Guillaume called “aspect global” and “aspect accompli” as they are very often both expressed by the *passé composé*. In this paper based on French data of oral interactions, we will thus mostly focus on the distinction between *passé composé*, which we will associate to the perfective aspect, and the *imparfait*, associated to the imperfective aspect.

1.2. The gestural expression of aspect

The notion of boundary, which comes from linguistic analyses of events in several languages, is also present in a variety of studies on aspect and gesture. Those studies indicate that verbal forms with perfective aspect are co-produced with gestures characterized by sudden halts, and those with imperfective aspect by continuous movement.

Duncan (2003), in her paper on perfective and imperfective aspect in English and in Mandarin, expected that the gestures associated with the imperfective would express the temporal unfurling of the event and that the gestures associated with the perfective would be less imagistic, as perfective involves an external viewpoint on the event. Her study indicates no gestural difference between the two languages. The gestures associated to the different categories of verbal forms have the same features: for the imperfective verbal forms, their length is greater and the shape of the gestures is more complex. Perfective only enacts path (Talmy 1985), whereas gestures with imperfective forms indicate mostly manner or even sometimes figure and ground in Talmy’s sense. If significant results are given as far as duration is concerned, the complexity of the gestures associated to the imperfective is not quantified in the study.

The author attributes features that are grounded in the very essence of the gestures produced with perfective and imperfective verbal forms. The aspect-gesture correspondence is transparent in her study: the gestures with imperfective are rendered by a continuous movement and project an image of the action, which explains the rich categories involved. The question concerning the justification of the structure of the event expressed in gestures is an important issue in the paper. The goal is to capture the relation between speech and gesture by studying the expression of aspect. Despite formal differences between Mandarin and English in the expression of aspect, no formal differences between the gestures in the two languages are found. However, common gestural distinctive features are described for perfective *versus* imperfective aspect as if a common element linked each grammatical category and its gestural enactment. The aspectual dichotomy is expressed by different spoken forms in each language but is based on the same type of features in gestures, but as we will see, also in sign languages. In a study on gesture and American Sign Language, Malaia and Wilbur (2012) give arguments in favor of si-



milarities in gesture and sign as far as the dichotomy between telicity (when the event expressed is presented as having an endpoint) and atelicity (the event or state is presented **has** having no endpoint) is concerned. They had already presented the kinematic dimension on which this aspectual dichotomy is based in a study published in 2008. In their research, five properties differentiate telic and atelic forms. 1) The length of telic signs is shorter than atelic signs. 2) The peak speed is more important for telic than for atelic signs. 3) The deceleration is more important for telic signs. 4) The peak speed is reached faster for atelic than for telic signs. 5) The slope between the peak speed and the local minimum speed is significantly stronger for telic signs. This means that deceleration is either stronger or reached more quickly: the stopping is more sudden for telic signs, which indicates a boundary.

If telicity and perfectivity are of course different notions involving lexical *versus* grammatical aspect depending on the languages under study, there are however common features that might help distinguish both types of aspectual categories according to the course of action of the GeSp or signs. At this level, the difference is not based on the shape of the gestures or the signs. It takes *path in motion* into account and views movement from within the motion itself. What is usually called *path* and *manner* in the literature is no longer relevant. The study questions a self-explaining view of the gestural expression of event structure. Wilbur (2003) contends that “Since crossing a distance (path) involves elapsing time, it is not surprising that path movement also provides the meaning ‘time between events’ in the habitual (sort) and iterative (long, elongated semi-circular) aspects” (Wilbur, 2003:10).

This purely actional view of gestuality is grounded in physics and geometry (Wilbur 2003), — we will call them *kinematic* features — as if speed, acceleration and deceleration provided a sufficiently tangible basis. Is it really possible to analyze gestures without taking our body and its physiological properties into account? This paper is an attempt to show that the bio-mechanical properties of gestures have an impact on their form and function. Our approach that takes form AND function into account is a *kinesiological* approach.

A recent study by Strickland et al. (2015) on telic and atelic signs¹ and pseudo-signs extends Wilbur’s observations to three sign languages and tests hearing non-signers’ perception of telicity. We will not give the details of the complex protocol consisting of a series of experiments used in the study. However, the results show on the one hand that those three sign languages have similar encoding of telicity and atelicity and that on the other hand, non signers significantly recognize signs’ telic and atelic properties even when pseudo-signs are used in the experiments. Thus, apparently, signers and non-signers encode telicity in signs and gestures in what the authors call a “universal” manner.

¹ We use Wilbur’s (2003) definition of telicity in this paper: “The notion of telicity used here is associated with the presence of a final end-State in the event structure, that is, with Transitions” ... “An atelic Process that occurs in the context of a final state or a bounding event is thus interpreted as part of a telic predicate” (p. 356).

1.3. Gestural rendering of (un)boundedness

1.3.1. Boundary schemas

The concept of boundaries (and of their absence) is constantly focused on throughout the studies on verbal aspect as well as on the production of signed or gestural aspect. We have thus taken up that concept in the present study.

The notion of boundaries has been applied to gesture schemas as early as 1998 (Müller). Coding “Boundary schemas” for aspectual patterns is a way of capturing how they express event structures. Müller made a bottom-up analysis of 647 gestures referring to events from 10 conversations between pairs of German speakers and 10 between pairs of Spanish speakers. Motion schemas found there were compared with the existing Aktionsart and aspect categories in the scholarly literature and the overlap between them resulted in a set of “boundary schemas”. These have to do with whether events are being portrayed gesturally as involving boundedness on the action, and if so, how (initially, finally, repeatedly through iteration, totally via punctuality), or not.

In our common project, we have used the schemas presented in table 1.

Table 1

Schemas for the boundaries

Bounded		Unbounded	
Onset	-----	Unbounded	-----
Offset	-----		
Double bounded	-----		
Multiple bounded	--- --- ---	Iterative	--^--^--^--^--
Punctual	----- -----		

The dashes represent the unfurling of the event, the vertical bars represent boundaries. The circumflex accents indicate the repetition of the same sequence of events (based on Müller 1998).



1.3.2. Kinesiological features of (un)boundedness

Along with Müller’s (1998) gesture study using the notion of boundary for Aktionsart and Culioli’s (1999) notion of “aoristic” in French with the boundary (“fermé” i.e. “closed”), we consider that perfective aspect corresponds to a bounded event and imperfective aspect to an unbounded event. By taking a kinesiological approach to gestures, we can uncover two key components of the movement of gestures used to express boundedness and unboundedness: the path of the gesture, including taking its shape into consideration, and the quality of its movement. Those two components are somewhat independent from each other and can therefore be associated.

Path in motion is rendered by the movement of at least one part of the upper limb in a bounded or unbounded manner. For example, a circle that is traced thanks to the gesture can be either viewed as bounded or unbounded. Boundedness can be expressed by discontinuity such as a sudden halt or a back and forth movement. In those two cases, the tracing of the straight line or the curve involves a sudden change in the unfurling of the movement, which corresponds to a variation in speed, either acceleration or deceleration. Unboundedness is rendered by continuous or homogeneous speed.

Via the tracing of a path and the consequent description of a shape, any gesture can be viewed as either bounded or unbounded. Possible combinations between a *shape* (such as a circle) and a *path in motion* indicate that (un)bounding effects can either be added to each other or can diverge such as when a non-bounded shape is produced with an acceleration of the movement which creates a boundary. Path is produced thanks to movement — acceleration/deceleration versus homogeneous speed are essential characteristics of the gestural rendering of (un)boundedness.

In addition to path and shape, *quality of the movement* enables us to view the movement from within its execution. It gives us an internal viewpoint contrary to *path in motion* and *shape*, which are considered with an external viewpoint. Movement quality is the most “intimate” part of a gesture. By using this component, we do not consider gesture as a result, but as a process: we analyze the unfolding of the movement from segment to segment (the arm, the forearm, hand, fingers) from a kinesiological point of view, i.e. an explanatory approach to the movement, (for a good introduction to the physiology of the upper limb, see Kapandji 1997). Gesture is thus captured from inside its very motion in relation to the physical properties involved in its production.

The first characteristic of the quality of the movement we will consider here is inertia: each gesture depends on the specific inertia of each segment involved. The hand represents 25% of the mass of the forearm, and the forearm constitutes 65% of the inertial mass of the arm (Dumas et al. 2007, for a similar notion see Laban & Lange 1975 and the concept of “effort” in dance). The movement of the gestures therefore flows more naturally when it unfolds from shoulder to fingers. This asymmetry between segments leads to three consequences:

1) The movement of a gesture is more naturally transferred from a proximal¹ segment — shoulder or arm — to a distal segment — hand or even fingers. The number of segments in motion can be high (maximum 5).

2) When the movement propagates the other way — from the segments with the lowest inertia, fingers-hand, towards the segment with higher inertia — the energy to deploy must be so strong when segments with lower inertia are involved that the gesture often remains in the fingers, the hand or the forearm. The number of segments engaged in the movement is thus lower (1 to 3 most of the time).

3) Speed accumulates on the most distal segments — hand and fingers. Gestures that originate on the shoulder or the arm and propagate to the forearm then the hand often become faster once the hand is involved but without any specific jerk. Before it moves on its own, the hand is in motion (because of the movement of the arm and forearm). When the hand starts moving on its own, the movement of the arm itself is already decreasing. We will call this process *the propagation flow* of the proximal-distal movement (Boutet 2001, 2010). In the case of a movement that originates on the hand and is propagated up to the forearm, the hand acquires a certain speed with accelerations. As speed depends on the length of the segment, it is slower when measured on the joints of the fingers than on the wrist for a movement of the forearm (the wrist being the joint

¹ Proximal segments of the upper limb are the segments that are closest to the torso, distal segments are the farthest to the torso.

between the hand and the forearm). The length of the forearm is about three times the length of the hand. When the movement is transferred from the hand to the forearm, the jolt in speed is potentially important for the hand, leading to acceleration, which is often visible in the blurry quality of the video recording (on average quality recordings). We call the direction of the propagation of the movement distal-proximal flow.

The number of segments in motion is potentially more important for the proximal-distal flow than it is for the distal-proximal flow.

Therefore, the bounding process of the quality of the movement component consisting in the sudden variation in velocity (acceleration, deceleration) is much more likely to be performed with distal-proximal flow and the absence of bounding is more likely to be performed with proximal-distal flow.

For this third component, bounding is marked by speed and acceleration/deceleration. As in the *path in motion* component, the quality of the movement can help us characterize all gestures in terms of the bounded/non-bounded expression of perfective/imperfective aspect. The parameter used for both components is the same: speed. Our study will help us determine whether gestural bounding and non-bounding depend on the *path in motion* or on the *quality of movement*.

If gestures do indeed embody mentally simulated actions (Hostetter & Alibali 2008), a kinesiological approach to gesture analysis, closely connected to the embodied properties of muscular exertion or effort (Laban & Lawrence 1974/1947) and to biomechanical properties, can provide clues to understand speakers' dynamic construals of events (McNeill 1992).

1.4. A Kinesiological approach to gestuality

Kinesiologic analysis is based on the biomechanics of the segments involved in a gesture and their degree of freedom (Viviani & Flash 1995, Berthoz 1997, Kapandji 1997, Boutet 2007). A degree of freedom is defined as the relative movement of each segment independently of the adjacent segment. More concretely, each degree of freedom corresponds to the rotation of a segment around an axis relatively to another segment. Flexion/extension is an example of degree of freedom. There are 3 degrees of freedom on the arm, 2 on the forearm and 2 on the hand (for more details see Kapandji 1997, Boutet 2010). A movement initiated on one of the degrees of freedom can be transferred to another one either on the same segment, or another segment. Movement transfer is thus dependent on very specific biomechanical considerations that enable us to anticipate in which direction and according to which amplitude a movement might be performed after its initial impulse. The propagation flow of the movement can also be a structuring component of gestures. The distinction between proximal-distal flow and distal-proximal flow is not easy to measure with the naked eye. Using slow motion is often the only way to assess the order in which the segments are set in motion and thus their temporal intervals (Allen 1983). In order to achieve that assessment, we must distinguish between the motion of a segment and its own "active" movement. For a proximal-distal gesture, which begins with a movement of the arm, the forearm and the hand are involved in the motion without initiating the movement on their own. If we can distinguish those two types of motions (the motion that a segment is subjected to and the motion that the

segment actually initiates), we can determine the propagation flow. This forces us to examine the actual course of the gesture in time. This kinesiological approach enables us to analyze gesture as a process and to shed light on the biomechanical factors that explain the various parameters that express (im)perfectivity or (a)telicity (variations in speed, contacts, change of shape, duration of the gesture) and that seem quite unconnected to each other. Our approach provides analytic tools for our investigation of the most hidden features of the grammar of gestures.

Our hypothesis in the Polimod project based on the theoretical literature on aspect and previous studies on sign language and gesture was that there *might* be a correlation between imperfective and unbounded gestures and perfective aspect and bounded gestures. In this paper we test this hypothesis on our French data.

2. DATA AND METHOD

Our method of data elicitation was built on what Becker et al. (2011) devised in their study. It is a compromise between two methods: video recordings of natural interaction and retelling specific narratives. After having participants discuss a warm-up question about their favorite place in the world, the study involves giving them prompts to tell stories from their own personal experience about events of different types: ones that took a long time to play out (e.g., dealing with bureaucracy) and ones that involved a sudden event (e.g., an accident that they witnessed). This offers a medium between spontaneous and controlled discourse, and between narrative and conversation, the combination of the warm-up question and the conversation prompts targeted towards narratives results in a mix of uses of present and past verb tenses. This proves important since our study focuses on past tense verbs characterizing events of various types.

The data was then transcribed by a native French transcriber, checked by author 2 and aligned with the video in ELAN. The coding system was devised with the Polimod team. We decided to code verb forms, chronological time, tense, the lemma, whether there was a co-produced gesture and what we called the *boundary schema* of the gesture.

We coded the gestures that had any temporal overlap with the utterance of a verb. Gesture-verb overlap, even if only during the beginning preparation phase or final retraction phase of a gesture, helped us capture a large proportion of gestures that “go with” verbs (GeSp), without also including gestures that are affiliated with concepts expressed in other parts of the clause.

Building on Müller (1998), we defined bounded gestures as involving a pulse of effort at the onset, offset, or in the gesture stroke, while unbounded gestures involve smooth, controlled motion (see Table 1).

An ELAN template with controlled vocabulary was created and implemented by Author1¹. The first two authors coded 15% of the French data at the verbal level (verb

¹ In the Polimod project, the coding system was discussed and established as a team by (alphabetical order) Dominique Boutet, Alan Cienki, Olga Irishkanova, Aliyah Morgenstern, Cornelia Mueller. Coding of tense was specific to each language (German, French, Russian) but followed the same format.

form, lemma, tense, time, presence or absence of co-verbal gesture) together in order to reach an agreement. The coding categories at this level are objective as they are descriptive. Author 2 then coded about 50% of the data with a second native speaker of French and the rest of the data by herself.

The Polimod group worked on the coding of the boundary schemas in the three languages, did double blind coding, and collectively discussed differences until they reached an agreement. The boundary schemas were coded with the sound off and without any other tier visible in ELAN. 30% of the French data was coded for gestural boundary schemas by the two first authors of this paper together in order to create coding habits. Author 1 then coded the rest of the data and discussed the coding with author 2¹.

Using commands in ELAN, we then counted the frequency of occurrences of the different verb forms as well as their frequency of overlap with gestures and the rate of each type of boundary schema according to tense of the co-occurring spoken verb form.

The third step of the coding which was only done for data from four of the French conversational pairs included separate coding of propagation flow of the movement, the segments involved in the movement of each gesture, the length of strokes and their speed. The coding of speed was **to** difficult to conduct with the naked eye and is thus not accounted for in the results presented in section 3.



2. QUANTITATIVE RESULTS FOR FRENCH

2.1. Use of tenses in French

Our results for the coding of time meaning confirm the fact that we were able to design a protocol that elicited a majority of past tenses (table 2). 52% of the verb forms used in the data referred to past time.

Table 2

Number and percentage of form according to time meaning

Past	Present	Future	atemporal	Total
1 439	1 096	77	143	2 755
52%	40%	3%	5%	100

We focused on the forms used in the *imparfait*, *passé composé*, *plus-que-parfait* and narrative present.

Table 3

Number and percentage of past tense forms

<i>imparfait</i>	<i>Passé composé</i>	<i>Plus-que-parfait</i>	<i>Présent</i>	Other	total
457	443	70	130	339	1 439
32%	31%	5%	9%	24%	100

¹ This method was chosen in order to ensure more homogeneity to the data: the whole data was thus analyzed by author 2 for speech and author 1 for gesture.

2.2. Tenses with and without gestures

Within the forms referring to past tense, 392 (27%) were produced with gestures.

Table 4

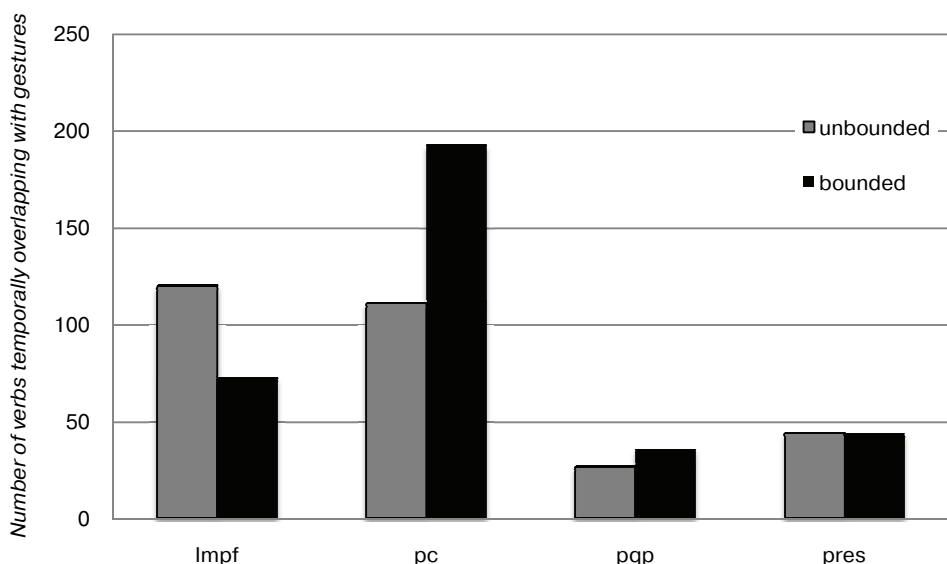
Number of forms with and without gestures and % GeSp per tense

	with gestures	without gestures	Total	% with gesture
<i>imparfait</i>	157	300	457	34%
<i>passé composé</i>	150	293	443	34%
<i>présent</i>	63	67	130	48%
<i>plus-que-parfait</i>	37	33	70	53%

The speakers used more *imparfait* (Impf) and *passé composé* (pc) than other tenses to refer to past events in the data but interestingly enough, narrative present and *plus-que-parfait* (pqp) were more often produced with gestures. For the purpose of this study we will nevertheless focus on the two main tenses, for which we know there is a clear aspectual contrast in French. They were used in equal proportion and were co-produced with gestures in equal proportion (34% of the time) which makes them quite comparable for our study.

2.3. Boundary schemas

The results of our coding of the boundary schemas are presented in graph 1.



Graph 1. Distribution of boundary schemas for the co-verbal gestures produced with past tense forms

Plus-que-parfait and *présent* (pres) don't have marked aspectual differences, and there is no significant difference in the boundary schemas in the data.

However the difference for *Imparfait* and *plus-que-parfait* is quite significant.

For the *imparfait*, 66.88 % GeSp are unbounded and 33.12% are bounded.

For the *passé composé*, 28.43% GeSp are unbounded and 71.57% are bounded.

Here are examples to illustrate this difference.



Example 1

Figure 1. “Tout le monde passait à côté” (everyone was walking past them). The photos of the video are taken every two images. This gesture is co-occurrent to “was walking past”. The movement is quite slower at the end of the gesture (images 4 and 5). Movement is much more homogeneous from image 1 to 4

Ludivine et Caroline 8 time code 2.29

*CAR: elle est tombée.

she fell.

et en fait elle a dû dévaler les [] les marches.

and in fact she must have tumbled down the stairs.

et personne n' est allé la voir.

and no one went to check on her.

*LUD: puzzled expression.

*CAR: donc euh **tout le monde passait à côté.**

*so, um, everyone **was walking** passed her.*

*CAR: et i(l)s en **avaient** rien à faire.

and they couldn't care less.

The unbounded gesture is co-produced with the verbal form in the *imparfait*.



Figure 2. J'y suis allée trois fois. (I went there three times).

These movements are co-occurrent to “went there three times”. The 5 first photos are taken every four images. The following ones every 2 images. There is a strong acceleration between the 4th and 5th photo corresponding to the past participle «allée»

Example 2: Marion and Aurore. *Passé composé* with bounded gesture. They are talking about their problems with university registrations.

*MAR: (en)fin bon **j' y suis allée** trois fois avant mais bon.

oh well, anyway, I went there three times before that.

quand j' ai réussi à y aller (laughs).

When I was able to go there.

- *AUR: (laughs)
*MAR: et j' y retourne deux semaines après.
and I go back three weeks later.

The bounded gesture is coproduced with the *passé composé*. The strong acceleration between images 4 and 5 marks a clear frontier. The other key images (7 to 11) are taken when MAR says «trois fois» (three times). The gestures are also abrupt especially in photo 7, which shows the first occurrence, but also in 8 and 9 which show a flexion of the little finger and of the ring finger. There is also a lowering of the hand on the second occurrence, and a flexion of the ring finger in photos 10 and 11.

The results for the two main French tenses used to refer to past events match our hypothesis. *Passé composé*, which corresponds to perfective/delimited aspect highly correlates with bounded gestures and *imparfait*, which corresponds to imperfective/undelimited highly correlates with unbounded gestures. This seems to indicate that the linguistic and cognitive differences between *imparfait* and *passé composé* could be co-expressed in a majority of the gestures produced with the forms or the *path in motion*.

However the use of boundary schemas does not help us describe the specific properties of the GeSp involved and to capture what exactly in gesture production might enact the conceptual properties of the two opposing aspects in French. We therefore turned to the coding of specific kinesic features of the gestures.

3. KINESIOLOGIC FEATURES OF THE BOUNDARY SCHEMAS

When we coded the boundary schemas, we had a set of visual criteria to help us code the boundedness or unboundedness of the gestures we were coding.

Beyond those visual criteria, we wanted to get a grasp at the actual physiological features of the gestures produced. We therefore made a move towards a fine-grained kinesiological system of analysis, which provides a way of analyzing the details of what it means physiologically to talk about bounded/unbounded motion in gestures of the hands and arms.

When we determined the boundaries, our discrimination was mostly based both on velocity and acceleration; we will focus on those features adding the flow of the movement and the number of segments involved in the gesture

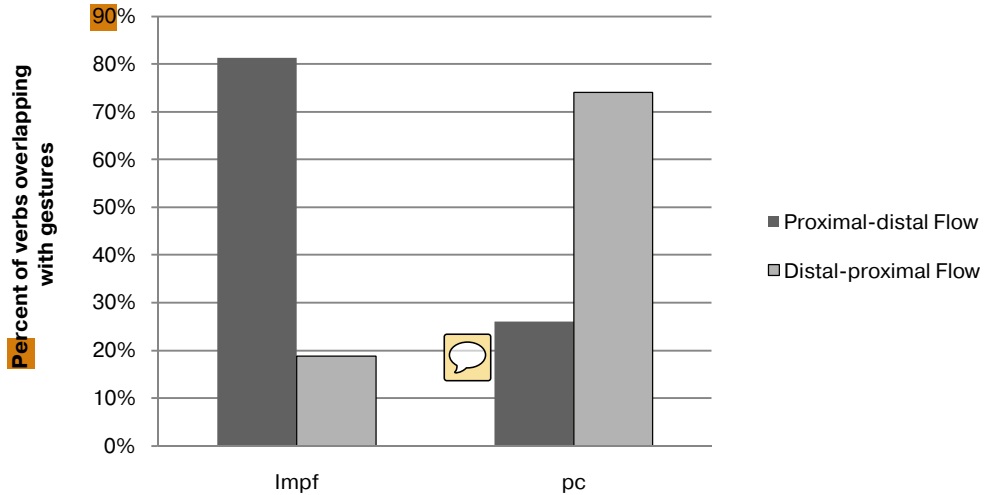
3.1. Results of the coding of kinesiological features

Three types of results will be presented here:

- the propagation flow of the movement of the gesture in relation to imperfective and perfective aspect in the verbal tier;
- the number and type of segments involved in the movement associated to the two aspects
- length of the flows associated to perfective and imperfective.

3.1.1. Propagation flow and perfectivity

The propagation flow expected for the gestures associated to the *imparfait* (imperfective) is proximal-distal (from the arm to the fingers), whereas for the gestures associated to the *passé composé* the flow is expected to be distal-proximal (from the fingers to the arm).



Graph 2. Distribution of the two propagation flows according to the tenses used *imparfait* (*Impf*, imperfective) and *passé composé* (*pc*, perfective)



Our analysis was conducted on 4 out of the 10 sessions chosen at random. The results indicate a marked tendency, even stronger than the one we found with the boundaries. The proximal-distal propagation flow is predominantly associated to the *imparfait* (for 81.3% of our occurrences). The distal-proximal flow is associated predominantly to the *passé composé* (74%). This dichotomy seems to be even more relevant to gestures associated with aspect than the boundary schemas for our sample. We will try to give an explanation for this strong correlation.

3.1.2 Number and type of segments and perfectivity

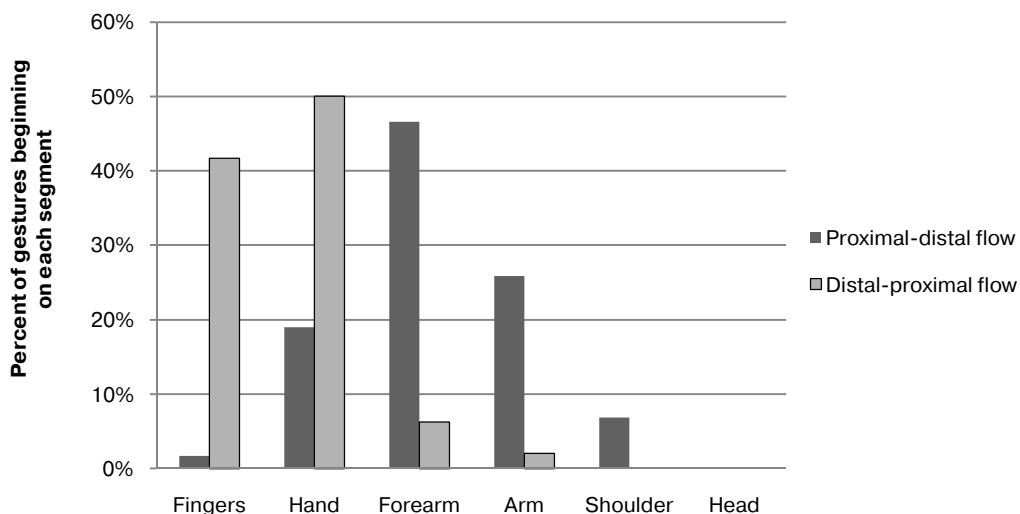
Another level of differentiation inherent to the propagation flow and to inertia concerns the number and type of segments involved in the movement. Let us briefly summarize the nature of that link. In the case of a proximal-distal propagation flow, inertia drives the transfer of the movement to the segments with weaker inertia. Segments have decreasing inertia as they go from shoulder to arm, to forearm, to hand and finally to the last phalanx of the fingers. Thus, when the arm initiates a gesture, the transfer of the movement to the fingers will not encounter inertial resistance. The shoulder to arm direction involves a naturally declining slope. Whatever segment initiates the movement at the beginning of the gesture, transfer will be made onto a more distal segment.

The number of segments involved in the gesture will therefore be higher in this case. For the opposite flow — distal-proximal — it will be the contrary. Within that flow, for each new segment involved by the movement transfer, inertia will increase. Thus for the

gestures with a distal-proximal flow, the number of segments involved by a movement should be reduced. This difference is not marked in our data. We will come back to that in our discussion.

3.1.3. Length of verbs and gestures

The other difference associated to flow is linked to the type of segment that initiates motion. For the proximal-distal flow, initial motion should be started on a segment with greater inertia, close to the chest. For the distal-proximal flow, the motion should be initiated on the fingers or the hand.



Graph 3. Distribution of the first segment in motion according to the flow

Results meet our expectation. Over 90% of the gestures with distal-proximal flow start on the fingers or the hand, whereas over 80% of the gestures with proximal-distal flow are initiated by the shoulder, the arm or the forearm.

Our data does not show significant difference in the length of the gestures associated to the verbs in the *imparfait* and those associated to the *passé composé*. The results on the length of gestures in Duncan’s study (2003) as well as Malaia & Wilbur (2012) for the three sign languages are not confirmed in this study. However a similar tendency is observed: the gestures associated to the perfectives are shorter than the gestures associated to the imperfective (see last two columns of table 5) although verbs in the *imparfait*, which is an inflectional form, are on average shorter to pronounce than verbs in the *passé composé* which combine an auxiliary and a past participle (see first column of table 5). The speech flow can influence the timing and length of the gestures that are associated. In the 4 sessions under study, the average length of the verbal constituent of the verbs in the *passé composé* is 364 ms (N = 51, SD = 154) whereas the length of *imparfait* is 309 ms (N = 52, SD = 110). The perfective is longer than the imperfective for these verbs. Do those durations have an impact on the gestures? The analysis of the gestures associated to each tense indicates that imperfective is associated to longer gestures than perfective (columns 3 and 4 in table 5).

Length of verbs in the *imparfait* and *passé composé* and gestures produced with those verbs

	Duration (ms)	Duration Flow proximal-distal (mean)	Duration Flow distal-proximal (mean)
<i>imparfait</i>	309	594 SD: 439	502 SD: 293
<i>passé composé</i>	364	548 SD: 386	493 SD: 284

3.2. Discussion of the results of the analyses of kinesiological features

The analysis of the specificities of flow gives coherence to apparently unrelated phenomena. Perfectivity can be semantically related to the propagation flow of the movement.

The distal-proximal flow involves the initiation of the movement with segments whose amplitude is reduced (see Boutet 2015:121—122). The articulatory stop is reached more quickly on the fingers and the hands than on the forearm and the arm. The movement is blocked more rapidly even if the transfer of the gesture continues onto the forearm. This natural boundary echoes the perfectivity of the event — or the accomplishment of the event.

On the contrary, the proximal-distal flow involves a movement that is predominantly executed on the arm or the forearm. The amplitude of those segments, being much greater, rarely reaches a stop before the adjacent distal segment is in turn in motion. As inertia decreases, the movement propagates progressively and seems to be more homogeneous and without borderlines, even when it involves the hand. The imperfective aspect of the event, without marked boundaries corresponds to the proximal-distal flow. Moreover, the internal point of view carried by the imperfective (Comrie 1981:3) is echoed in the involvement of the segments closer to the chest — that are more internal —, whereas the gestures of the distal-proximal flow set more distal segments in motion, which can correspond to an external point of view associated to the perfective.

The length of the gestures associated to the *imparfait* and the *passé composé* is interesting to consider. The distal-proximal gestures are executed more quickly (means in milliseconds: 493 with *passé composé* and 502 with *imparfait*) and the proximal-distal gestures are lengthier (means: 548 and 594). The difference in standard deviation for each flow is also important (see values SD in columns 3 and 4, table 5). These trends are not statistically significant and indicate that a more thorough investigation of the duration of each gesture according to the number of segments involved in the movement could be relevant. Our results illustrate the importance of taking co-verbal gestures into account in the analyses of aspect in French for past events — raising questions about what the results might be like for other languages with grammaticalized aspectual distinctions.

4. CONCLUSION

In this study, we have shown that in our data of interactions in French, gestures that mark a boundary are predominantly associated with the *passé composé* (perfective) whereas the gestures without boundaries are more often associated with the *imparfait* (imperfective).

The notion of boundary associated to aspect in the literature was conceptual. As far as gestures are concerned, that notion is anchored in kinesiological features and boundedness is thus enacted in our French speakers' gestures. Boundaries are marked by change or preservation of speed. It is a purely kinematic feature.

In our more detailed kinesiological study of 4 sessions of those French interactions, the specific features of flow correspond to verbal perfectivity even more closely than the boundary schemas we had defined based on kinematic criteria. Indeed kinematic features represent the study of the movements independently from their cause, whereas a kinesiological approach to gestures helps us determine the links between form and function. The question raised is whether physical and kinematic features are the ultimate criteria we should take into account for the gestural expression of perfective and imperfective aspect.

Flow, which is a kinesiological notion that takes both biomechanic properties and their cause into account, corresponds better to the enactment of (im)perfectivity in French than gestural boundaries based on kinematic criteria. The question of the status of kinematics and kinesiology is thus at play in this study. Are the physical and kinematic properties the ultimate criteria to understand the gestural expression of aspect? If they are, at a kinesiological level, flow would simply be a means. Another option is to consider flow as a marker whereas the kinematic elements (speed, duration, acceleration) would only be its natural consequences. The issue is to understand whether the gestural expression of aspect is linked to a logic that is external to gestuality itself (kinematic features independent of the speakers' conceptualizations and intentions), or whether they derive from the internal functioning of gestures.

Further investigations are needed in order to pursue the difference between the kinematic option in which the gestures' boundedness would be an enactment of the aspects marked in speech, and the kinesiological option that accounts for the biomechanic properties of the movement enacting (im) perfectivity.

We have shown in this paper that both kinematic features and kinesiological features are expressed in the gestures associated to speech about past events narrated by French speakers. Either way, co-verbal gestures associated with the *passé composé* and the *imparfait* could thus be enactments of perfectivity and imperfectivity.

© Dominique Boutet, Aliyah Morgenstern, Alan Cienki, 2016

REFERENCES

- Allen, James F. (1983). Maintaining knowledge about temporal intervals. *Communications of the ACM* 26, n° 11, 832—43.
- Becker, Raymond, Alan Cienki, Austin Bennett, Christina Cudina, Camille Debras, Zuzanna Fleischer, Michael Haaheim, Torsten Müller, Kashmiri Stec, et Alessandra Zarcone. (2011). *Aktionsarten, Speech and Gesture* », 2011. <http://pub.uni-bielefeld.de/publication/2300874>.

- Berthoz, Alain (1997). *Le sens du mouvement*. Bibliothèque (Paris. 2007). Paris: O. Jacob.
- Boutet, Dominique (2001). Approche morpho-dynamique du sens dans la gestuelle conversationnelle. Université de Paris VIII.
- Boutet, Dominique (2015). Conditions formelles d'une analyse de la négation gestuelle». *Vestnik of Moscow State Linguistic University* Discourse as social practice: priorities and prospects, n° 6 (717), 116—29.
- Boutet, Dominique (2007). Gesturing as Substratum and Support: a Case of Continuity. In *Interacting Bodies*. Lyon; France. http://hal.archives-ouvertes.fr/index.php?halsid=rr1b1bfqut9aihl7fvqvjorig0&view_this_doc=halshs-00186622&version=1.
- Boutet, Dominique (2010). Structuration physiologique de la gestuelle : modèle et tests». Édité par Jean-Marc Colletta, Agnès Millet, et Catherine Pellenq. *Lidil*, Multimodalité de la communication chez l'enfant, n° 42, 77—96.
- Bressem, Jana, et Cornelia Müller (2014). The family of AWAY-gestures. In *Body-Language-Communication: An International Handbook on Multimodality in Human Interaction*, De Gruyter: Mouton. Handbooks of Linguistics and Communication Science, 38.2. Berlin, Boston: Cornelia Müller, Alan Cienki, Ellen Fricke, Silva H. Ladewig, David McNeill & Jana Bressem.
- Brunot, F. (1953). *La pensée et le langage*.
- Calbris, Geneviève (2011). *Elements of Meaning Gestures*. Amsterdam, Philadelphia: John Benjamins Publishing Company.
- The Semiotics of French Gestures*. Advances in semiotics. Bloomington: Indiana University Press, 1990.
- Comrie, Bernard (1981). Aspect and Voice: Some Reflections on Perfect and Passive in Tense and Aspect. In Philip Tedeschi and Annie Zaenen (ed.). *Syntax and Semantics Ann Arbor, Mich.* 14, 65—78.
- Comrie, B. (1976). *Aspect An introduction to the study of verbal aspect and related problems*, *Syntax and Semantics Ann Arbor, Mich.*, 14, 65—78 [1989].
- Culioli A. (1999). Valeurs aspectuelles et opérations énonciatives: l'aoristique, in *Pour une linguistique de l'énonciation, tome II*, Paris: Ophrys, 127—143.
- Damourette, Jacques, et Edouard Pichon (1935). *Des Mots à la pensée: essai de grammaire de la langue française, 1911—1940*. 8 vol. Paris, France: édition d'Artrey.
- de Boer, Cornelis. *Syntaxe du français moderne*. Universitaire Pers Leiden, 1947.
- Desclés, Jean-Pierre, et Zlatka Guentchéva (1996). Convergences et divergences dans quelques modèles du temps et de l'aspect. *IN Semantyka a konfrontacja jezykowa, I, Varsovie*, 23—42.
- Dumas, R., L. Chèze, et J.-P. Verriest (2007). Adjustments to McConville et Al. and Young et Al. Body Segment Inertial Parameter. *Journal of Biomechanics* 40, n° 3, 543—53. doi: 10.1016/j.jbiomech.2006.02.013.
- Duncan, Susan D. (2002). Gesture, verb aspect, and the nature of iconic imagery in natural discourse». *Gesture* 2, n° 2, 183—206.
- Gosselin, L. (2005), *Temporalité et modalité*. (postface de B. Victorri), Bruxelles, Duculot-de Boeck, col. Recherches. 254 p.
- Gosselin, Laurent, et Cédric Person (2005). Temporalité. In *Sémantique et traitement automatique des langues*, édité par Patrice Enjalbert, 173—214. Traité IC2, série Cognition et traitement de l'information. Hermès Sciences, Lavoisier.
- Grevisse, Maurice et André Goosse (1991). *Le bon usage: grammaire française*. Duculot. Paris, France, Belgique.
- Guillaume, Gustave (1929). *Temps et verbe: théorie des aspects, des modes, et des temps: suivi de L'architecture du temps dans les langues classiques*. H. Champion.

Hostetter, A.B., et M.W. Alibali (2008). Visible Embodiment: Gestures as Simulated Action. *Psychonomic Bulletin & Review* 15, n° 3, 495—514. doi: 10.3758/PBR.15.3.495.

Kapandji, I.A. *Physiologie articulaire*. 1, Membre supérieur. Paris: Maloine, 1997.

Kendon, Adam (2004). *Gesture: Visible Action as Utterance*. Cambridge: Cambridge University Press.

Laban, Rudolf, et Frederick Charles Lawrence (1974). *Effort: economy of human movement*. Macdonald and Evans.

Lallot, J. de Thrace, D. (1998). La grammaire de Denys de Thrace. Paris: CNRS Editions.

Malaia, Evie, et Ronnie B. Wilbur (2012). Kinematic signatures of telic and atelic events in ASL predicates. *Language and speech* 55, n° 3, 407—421.

McNeill, David (1992). *Hand and mind: what gestures reveal about thought*. Chicago; London: University of Chicago press.

Müller, Cornelia (1998). *Redebegleitende gesten: kulturgeschichte, theorie, sprachvergleich*. Vol. 1. Spitz.

Strickland, Brent, Carlo Geraci, Emmanuel Chemla, Philippe Schlenker, Meltem Kelepir, et Roland Pfau. «Event Representations Constrain the Structure of Language: Sign Language as a Window into Universally Accessible Linguistic Biases». *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 27 avril 2015, 201423080. doi: 10.1073/pnas.1423080112.

Talmy, Leonard (1985). Lexicalization patterns: Semantic structure in lexical forms». *Language typology and syntactic description* 3, 57—149.

Viviani, Paolo, et Tamar Flash (1995). Minimum-jerk, two-thirds power law, and isochrony: converging approaches to movement planning. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 21, n° 1, 32.

von Laban, Rudolf, et Roderyk Lange (1975). *Laban's principles of dance and movement notation*. Princeton Book Co Pub.

Wilbur, Ronnie (2003). Representations of telicity in ASL. In *Proceedings from the Annual Meeting of the Chicago Linguistic Society*, 39:354—368. Chicago Linguistic Society. <http://www.ingentaconnect.com/content/cls/pcls/2003/00000039/00000001/art00023>.

Wilmet, Marc (2003). Grammaire critique du français. *Grammaire critique du français, Bruxelles: Duculot*.

Article History:

Received: 18 July 2016

Revised: 16 August 2016

Accepted: 18 August 2016

Available online: ?????



Finance and Acknowledgement

This paper is part of a larger research project led by Alan Cienki at Moscow State Linguistic University and has been supported by grant number RSF 14-48-00067 from the Russian Scientific Foundation. The main members who have participated in the elaboration of the ideas expressed in this paper are Olga Iriskanova, Cornelia Müller, Nicole Richter and the authors of this paper.

We thank our anonymous reviewers for their insightful comments.

Bio Note

Dominique Boutet is associate Professor at the University of Rouen. He is a linguist in the domain of gestures and Sign Language. His *research* focuses on the interface between gestuality and Sign Languages especially on semantic invariant features with a kinesiological approach to gestures. *Contact information*: e-mail: dominique_jean.boutet@orange.fr

Aliyah Morgenstern is currently Professor at the Sorbonne Nouvelle University where she teaches English linguistics and language acquisition. She supervises a number of research projects on children's communication and linguistic development, on sign language and on gestures in spontaneous interaction financed by several agencies. She has published books and papers on language acquisition and multimodal communication using socio-pragmatic, constructionist, cognitive and functionalist perspectives. *Contact information*: e-mail Aliyah.Morgenstern@univ-paris3.fr

Alan Cienki, Professor of Language Use and Cognition at the Vrije Universiteit Amsterdam, Netherlands and Professor at Moscow State Linguistic University, Russian Federation, where he founded and directs the Multimodal Communication and Cognition Lab (PoliMod). His research interests include cognitive linguistics, gesture studies, and comparative/contrastive linguistics with a focus on spoken language. *Contact information*: a.cienki@vu.nl

Dominique Boutet, Aliyah Morgenstern, Alan Cienki, Grammatical Aspect and Gesture in French: A kinesiological approach. *Russian Journal of Linguistics. Vestnik RUDN*, 20 (3), pp. 131—150.

ЖЕСТЫ И ГРАММАТИЧЕСКАЯ КАТЕГОРИЯ АСПЕКТА ВО ФРАНЦУЗСКОМ ЯЗЫКЕ: КИНЕСИОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД

Доминик Бутэ¹, Алиа Моргенстерн², Алан Ченки³

¹ Университет Руана

5020 Париж, Франция, ул. Belleville 7

² Университет Париж III Новая Сорбонна

75002 Париж, Франция, ул. St Fiacre 12

³ Свободный университет Амстердама

Universiteit Amsterdam & Moscow State Linguistic University

1105 1081 HV Амстердам, Нидерланды, VU, De Boelelaan

Цель данной статьи — доказать, что исследование жестов в речи может пролить свет на понимание особенностей концептуализации грамматических категорий в процессе говорения. Выражение мысли говорящим предполагает динамическое взаимодействие нескольких факторов: высказывание формируется под воздействием связанных с передаваемой мыслью сенсомоторных ощущений, множественных семиотических средств, которыми мы располагаем для выражения мысли, и имеющейся в языке той или иной лингвистической категории. Анализ категории аспекта в речи, сопровождаемой жестами, в устных интеракциях в условиях эксперимента, нацелен на изучение того, как конструирование говорящими аспектуальных различий, грамматикализованных в языке, может проявляться в жестикуляции. Ставится вопрос о том, до какой степени различия в структуре события, выраженные грамматическим аспектом (совершенным и несовершенным видом), коррелируют с кинесиологическими особенностями жестикуляции. Для этой цели анализу подвергаются скорость и последовательность движений, а также участвующие в жестикуляции части тела (пальцы, кисть руки, предплечья, руки, плечи). Кинесиологический подход к жестикуляции позволяет анализировать движения человеческого тела в соответствии с биомеханической точкой зрения, которая принимает во внимание физиологические особенности.

Boutet D., Müller C., Morgenstern A., Categories used for the analysis of event construal in gesture in Alan Cienki & Olga K. Iriskhanova (Eds.), Aspectuality cross Languages, John Benjamins, 2018, 67-76

4. Categories used for the analysis of event construal in gesture

4.1 Features for the gesture phases: Determining the unit of analysis (Boutet, Müller)

Conceiving of gestures as visible actions, Adam Kendon developed a system for the description of the phase structure of gestural movements (i.e. gestural actions; Kendon 2004: 111–113). Distinguishing gestural phases (smaller segments of a movement) from gesture units (bigger segments) was important in his undertaking of describing the sequences of gestural movements, of determining their meaning and their coordination with speech. At first sight, it appears simple to determine where a gesture begins and where it ends; but when trying to set up criteria for determining the beginning and the endpoint of a gesture, or to distinguish when a series of gestures is a repetition of one gesture or constitutes a complex gesture, this turns out to be quite challenging. Note that for any kind of statistical analysis of gestures the definition of units of gestural movement is the cornerstone. Deciding whether a succession of rhythmical beat-like movements is a repetition of several gestures or forms one complex gesture will have significant consequences for the results of one's analyses. In his search for valid criteria, Kendon was inspired by Laban and Bartenieff's movement analysis and their ideas of *effort* and *shape* with which a certain body movement was carried out (Bartenieff and Lewis 1980; Laban and Lawrence 1947). This most effortful part of the movement excursion of a limb movement, i.e., the part of the gesture in which "the movement dynamics of 'effort' and 'shape' are manifested with greatest clarity", are what Kendon (2004: 112) termed the *stroke* phase, forming the most meaningful part of the gesture. The phases that lead into and that follow from the stroke phase are termed *preparation* and *recovery*. A gestural stroke might be held after its peak of movement, which is termed a *post-stroke hold* (Kita 1993). In conjunction with the *preparation* (i.e. the movement leading into the stroke), the stroke and the post-stroke hold are considered a *gesture phrase* in Kendon's terms. A *gesture unit* will involve the recovery phase and may contain one or several gesture phrases:

The *stroke*, then, and any *post-stroke hold* that there may be, as well as any preparation that leads up to the stroke, including any pauses or holds there may be in this phase of movement, define the *gesture phrase*. [...] The *recovery* movement, when the hand (or other body part) relaxes and is returned to some position of rest is not considered to be part of the *gesture phrase*, although it is, of course, part of the *gesture unit* which contains the *gesture phrase*. (Kendon 2004: 112)

In a slight variation of Kendon's notion of gesture phrase and gesture unit, we defined *preparation* and the *stroke* of a gesture and the *recovery* as our basic unit of analysis, e.g., the gesture unit in Kendon's terms. Whenever the gesture consisted

only of a single stroke we included the recovery (sometimes also termed retraction); however, when the stroke was the last stroke in a multi-stroke sequence, we included the retraction phase of the last stroke.

The basic idea for determining whether a body movement is considered a gesture is that it constitutes a significant excursion of a limb and shows a basic sequential structure of preparation, stroke, and recovery. Bressemer and Ladewig (2011) offer a refined account of phase structure analysis and of gesture phase annotation (Ladewig and Bressemer 2013). For our study, however, we focused on the rather general distinction of the three phases as the unit for our comparative analysis of gestures employed with verb aspectuality expressed in speech.

Figure 2.3 sums up the composition of a gesture unit in visual terms. A gesture unit consists of phrases, and each phrase involves at least one phase (the stroke) and usually more (preparation and possibly a post-stroke hold). Figure 2.3 illustrates one gesture unit from the French data.

4.2 Pulse of effort as a kinesiological criterion (*Boutet*)

We chose a form-based, kinesiological account to determine the category type of a given gestural movement (Boutet 2001, 2010, 2015). This means that we coded gesture movement with regard to its physiological properties, and notably, without consideration of the type of co-occurring verbal expression. Annotators of gestures were blind to the co-occurring verbs (and thus also the verb semantics) in that boundary coding for gestures was done with the tier for verbs hidden in the ELAN annotation software, as explained further below.

It is also important to be aware that categorization based on visual perception from a video recording has a technical bias (depending on the amount of frames per second recorded by a given video camera), which, naturally, requires training for the annotator to get used to. The significance of the effect of this bias on the annotation procedure depends on which bodily segment actually moves. If the hand is the only segment in motion, the fingers may appear less blurry on the screen than if the arm moves, provoking a displacement of the forearm together with the hand. In this latter case, the hand will appear much more blurry (caused by the leverage effect induced by the arm and the forearm). Our annotation procedure accounts for these possible visual differences.

In short, we identified what we called *bounded* versus *unbounded* gestures (as introduced in Section 2.2.3, Chapter 1) based on the qualities of the movement, and here specifically, the acceleration and deceleration of the movement and the pulse-of-effort. We also used specific sub-categories of the boundary schemas, noted below, to decide if a gesture fell into the category of bounded or unbounded

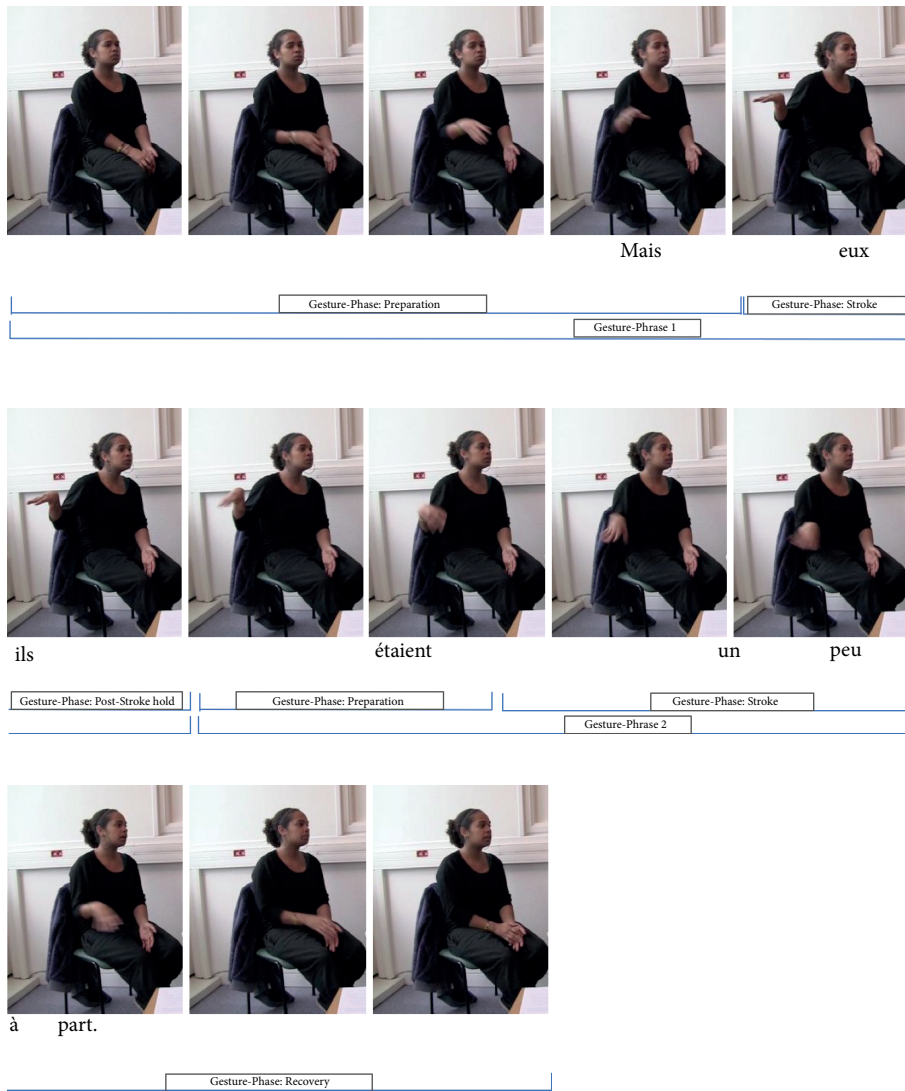


Figure 2.3 One entire gesture unit, its component phrases, and their component phases. The speaker says, “*mais eux, ils étaient un peu à part*” (‘but them, they were a bit on the side’).

ones. Manner of motion is the criterion that is most relevant for our study. Different forms of a gestural trajectory can contribute to expressing aspectuality in a kinesthetic medium. Whether curved or straight movements constitute bounded or unbounded movements for our study depends on the movement quality of their performance. For example, with a strong acceleration and a clear pulse of effort either at the beginning, or the endpoint of the movement, a curved gesture will

UNCORRECTED PROOFS
© JOHN BENJAMINS PUBLISHING COMPANY

embody boundedness. Without such an acceleration and without a clear pulse of effort, when the movement is performed with a continuous, steadily controlled manner, a curved gesture will be unbounded.

These kinesiological dimensions in which gestures can express aspectuality involve a kind of decomposition of the gestural movement. A static (unchanging) hand-shape, the orientation of the hand, and the form of the movement trajectory tend to be congruent. The more of these features that co-occur, the more clearly a specific gesture can be coded as bounded or unbounded. We can consider these levels as congruent and interrelated kinesiological layers. Thus, the orientation of a hand is the result of a certain motion during the preparation phase of the gesture. In order to form a hand-shape, an initial motion of the fingers is compulsory. Even the trajectory of the movement depends upon which of the hand- or finger-segments is the first to move and in which order the segments are moving. Nevertheless, sometimes a gesture might be unbounded by its trajectory (e.g., a wave line) but bounded due to its acceleration. In these kinds of gestures we encounter a layering of expressive functions: while the trajectory depicts an unbounded form gestalt (which might connect with the lexical level of the verb), the quality of the movement (e.g., its acceleration) can express a bounded take on an event (as a pulse of movement, *in one go*). For our contrastive study of aspect construal, we have chosen the quality of the gestural movement, first, because this quality appears to connect/relate with our interest in the grammatical notion of aspect. Hand-shape, orientation, and form (shape) of movement, on the other hand, appear to resonate more with lexical aspect (which is not the focus of our study, and so these form parameters of gesture were not coded). This is what research on gestural conceptualizations of lexical aspect has indicated. Duncan (2002: 203) for instance writes that: “We saw instances in which gesture features that covary with verb aspect were incorporated even when doing so partially distorted iconic representations of the witnessed events.”

Second, the quality of movement appears to be fairly independent of the remaining formational features of the gestures (hand-shape, orientation, form of movement) and this could be considered a kinesic parallel between a lexical and a grammatical level of meaning in language.

4.3 Bounded and unbounded schemas (*Boutet, Müller*)

For the boundary schema coding of gestures, we thus distinguished between two main types of schemas: unbounded and bounded. An unbounded movement shows no clear pulse of effort and a continuous control of movement (compare the notion of *gain control*, presented in Section 2.2.1.4 in Chapter 1). A bounded quality of

movement shows at least one clear pulse of effort, typically correlated with a strong acceleration or an abrupt deceleration. The pulse of effort might also involve a kind of tension in the gesture, as if the movement was restrained. In this case, the gesture deals with a counter force. Because of the contraction of the antagonistic muscles, the gesture struggles with the unfolding of these opposite forces.

We also settled on the following sub-categories as a means to hone in on the qualities of boundedness or unboundedness. For bounded movements this involved marked onset or offset, double-boundedness, multiple boundedness or punctual forms of marking a boundary through the movement quality. While these are characterized further in the description of the coding manual in Section 1.1, Chapter 4, we describe each of these briefly and imagistically as follows.

Subcategories of bounded gestures:

- Onset: An onset boundary involves a pulse of effort at the beginning of the gesture stroke, a ballistic movement, as might be used in throwing a ball with one hand.
- Offset: An offset boundary involves a pulse of effort at the end of the gesture stroke, which can entail a jerk – a rebound – at the end of the movement.
- Double-bounded: Double-bounded gestures involve an onset and offset pulse of effort, a kind of bounce at the beginning and at the end of the stroke.
- Multiple-bounded: Multiple boundedness involves a repetition of an onset or offset pulse more than once in a complex gesture stroke. An example would be a one-handed cyclic movement as if whipping cream in a bowl using a whisk: the cyclic motion is accented with the internal structure of rhythmic peaks of quick acceleration and deceleration.
- Punctual: Punctual boundedness involves a single pulse of energy in a quick forth and back movement, for example, a poking movement.

Unbounded movements included iterative movement patterns as one alternative to the controlled and steady movement:

- Unbounded: Unbounded gestures involve controlled movement without a visible pulse of effort.
- Iterative: Iterative unbounded gestures involve a controlled movement in a repeated pattern, making a complex gesture stroke; an example would be a cyclic movement as if tracing the outside of a wheel rotating at a constant speed (a smooth movement structure).

The basic categories of bounded and unbounded gestures and the sub-types used for helping recognize them can be illustrated with the graphic form shown in Figure 2.4 (from Figure 1.1, repeated here for clarity).

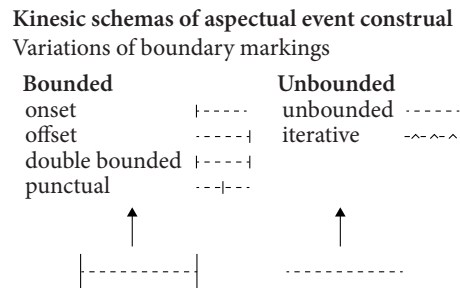


Figure 2.4 Schematic diagram of the gesture coding categories *bounded* and *unbounded* and their sub-types

In the next Section (5), we present how we used the software ELAN for annotating and coding the data, including the choice of the template and the hierarchy used for setting up the coding tiers. Later, in Section 1.1 of Chapter 4, we present details of the coding protocol used for the gesture analysis. This illustrates in more detail our criteria for doing the coding of the boundary schemas.

5. Bringing it all together: Annotation and coding (*Boutet, Morgenstern*)

Transcription and annotation of the data were conducted using the ELAN multimodal annotation software (Sloetjes and Wittenburg 2008) developed at the Max Planck Institute for Psycholinguistics in Nijmegen. ELAN is a professional tool designed for the multimodal annotation of audio and video resources. Transcription and annotation of the speech in our data were conducted according to temporal alignment based on the audio signal and gestural alignment was based on temporal alignment with the video signal. ELAN also enables researchers to make multilingual transcriptions in different alphabets, which was essential for our project as we needed both the Cyrillic and the Latin alphabets for the three languages we analyzed.

Each tier was created with the relevant configuration. The coding we designed consisted in a number of tiers with their respective labels, the content of each tier with its controlled vocabulary (see Section 5.1 below), the dependent links between tiers, as well as the type of dependence needed. This flexibility in our settings was very helpful for our multilingual coding as we used several fonts and had to link several semiotic resources.

Moreover, ELAN gives the possibility to define lists of items (controlled vocabularies) that can be linked to certain tiers. Thus, all the temporal forms associated to verbs in the three languages were coded using controlled vocabularies specific to each language in order for annotations to be exhaustive, stable, and as precise as possible.

The annotation schemas of the three languages were combined in the common template of the project (see Section 5.2 below). Each team had to activate the language they were working on in order to annotate the ten datasets collected for each language. The controlled vocabularies were well documented and can be used by other transcribers and other teams as well. The template we created is therefore durable and can be used for other languages.

In Section 5.1 we provide a synthetic presentation of the controlled vocabularies used, and in Section 5.2 we present the tiers we created, as well as the relations between them. At the beginning of Chapter 4, which presents the results of the gesture analysis, further details are given. These include the details of the coding protocol and the choices that were made (Section 1.1, Chapter 4); this will assist in understanding the assessment of gestural boundaries as well as the quantitative results presented in that chapter. During our coding process, we also set up several coding protocols in order to reach the best inter-coder agreement possible. They are presented in Section 1.2 of Chapter 4.

5.1 Choice of controlled vocabulary

A controlled vocabulary (CV) is a closed lexicon used in one or several tiers and which specifies a crucial annotation category for the analysis. Specific CVs were created for the four tiers common to the three languages: Tense, Time meaning, simultaneous presence of Hand Gesture, and Gesture Aspectual schema. Those CVs enabled us to maintain stable descriptive features for all the datasets we coded and a common vocabulary, which was possible because the three languages had those, features in common.

For the tiers that concern annotation of tense, the number of items and their labels varied according to the languages. We have

- 25 different items for German
- 24 for Russian
- 23 for French.

Those items include all the types of grammatical tenses that we encountered in our data. For past compound tenses such as *passé composé* or *plus que parfait* in French, or *Perfekt* and *Plusquamperfekt* in German, as well as for modal + main verb forms in each language, the coding consistently included both an auxiliary (AUX) and a participle (PART). When there was a succession of auxiliaries, we called them (AUX, AUX 2, AUX3, and when there were multiple participles PART, PART2, PART3, etc. (see Appendix C for further details).

For the three languages, we used a common vocabulary for time meaning and for gestures. The labels for time meaning were past, pres (present), fut (future) and 0 (absence of temporal reference). In this project, we focused on all the forms that were coded as past time as justified in Section 1.2, Chapter 1.

The controlled vocabulary for gesture coding was designed to categorize pulse of effort as the criterion to distinguish bounded and unbounded gestures. The controlled vocabulary is shared for the three languages. It is linked to the gesture Aspectual schema tiers. As described in Section 4.3, Chapter 2, the bounded gestures include the subcategories we called: *onset*, *offset*, *double-bounded*, *multiple-bounded*, and *punctual*. The unbounded gestures include the subcategories called *unbounded* and *iterative*.

The coding phase of the gesture boundaries was disconnected from the coding of the verbal content (both Tense and Time meaning tiers were masked when the coding of gestures was in process and the sound was off). During gestural coding, only the tiers for *Hand Gesture* for each speaker were visible. Gestural coding was conducted by native speakers who had not coded the verbal tiers, so that they could not have any memory of the verbal content and would not be influenced in their choices of gestural boundary coding.

The distribution of tiers is part of the coding configuration, which we present in the next section.

5.2 Choice of the type of template and hierarchy

A coding schema includes the whole structure of the coding (transcription and annotation) and thus contains the links between the different tiers, the relations with temporal alignment of the signal as well as controlled vocabularies. The coding schema in ELAN is called a template. Once it has been designed for specific data, it is possible to export it and re-use it with other data. The annotation schema does not include directions to actually conduct the coding (such as the order in which the coding is performed, the simultaneity or succession of the coding, etc.). Those details are presented in Section 1.1, Chapter 4.

The structure and the parenting (dependency) relations of the tiers are presented in Figure 2.5. Since each of the videos we used as data consisted of a pair of speakers, set up in the same way (described in Section 2, Chapter 2), we were able to identify the speakers according to their respective spatial locations on the screen; using “Loc” as the abbreviation of the French *locuteur* (for *speaker*), we identified them each time as *Loc(utor) left* and *Loc(utor) right*. What is said by each speaker is transcribed on their respective tiers. The transcription of speech was often segmented into intonation units or clausal units in order to avoid excessively long annotations.

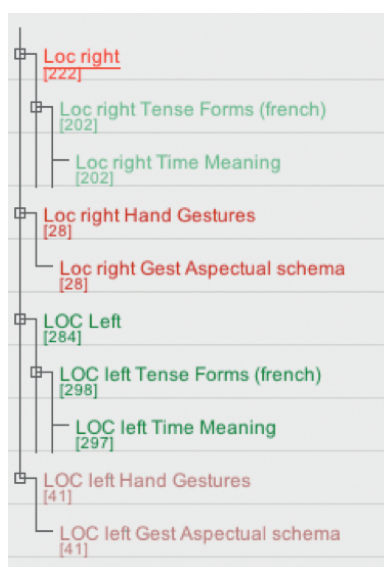


Figure 2.5 Relations between the different tiers of the annotation template designed under ELAN

The other tiers all contain different annotations. Two of the dependent tiers (also known as child tiers) of our transcription in the figure give the details of *Tense Forms* and *Time Meaning* and are associated to a specific CV, as explained earlier. The *Tense Forms* tier indicates the grammatical tense of each verb. Each of the verbs or its constituents (auxiliary, participle) was annotated according to the duration of its vocal production. As mentioned earlier, we only annotated the gestures if they overlapped the production of a verb. It was crucial to locate the moment of production of the verb very precisely. The *Time Meaning* tier is a child of the *Tense Forms* tier. It takes up the exact contours of each verb annotated in the *Tense Forms* tier and indicates if the verb is in the *past*, *pres(ent)*, *fut(ure)* or *0*. When the verb was in the past and a gesture overlapped with its production, the *Hand Gestures* tiers (and later, the *Gest Aspectual schema* tiers) were also filled out.

Those two annotation tiers for gestures indicate not only the presence of a gesture co-occurrent with a verb in the past, but also its type of boundedness or unboundedness. Those two tiers are dependent and follow each other as the second one takes up the exact contours of the first one. If we take the example of *Loc right* in Figure 2.5, the number of gestures performed at the same time as a verb in the past is 28, just as the number of gestural boundaries. In the gestural coding, we considered only one type of boundary schema per sequence, performed with the dominant hand of each speaker (most frequently the right hand). We needed two gesture tiers since the second coder – the one coding gesture boundary schemas – had to

know the contours of each gesture without seeing the temporal label associated to it by the first coder. Part of the structure of the annotation schema was thus required by our coding protocol. We needed a clear separation between the verbal and the gesture coding but the coding of the gesture was also conditioned by a certain type of *Time Meaning (past)*.

Having laid the groundwork of the data and methods of analysis we used for the production studies with native speakers of French, German, and Russian, the following three chapters present the results on the level of verb forms used (Chapter 3) and on the level of gesture use (Chapters 4 and 5).

UNCORRECTED PROOFS
© JOHN BENJAMINS PUBLISHING COMPANY

Boutet D., Morgenstern A., Cienki A., *Speakers' gestural expression of event construal: Quantitative and qualitative analyses* in Alan Cienki & Olga K. Iriskhanova (Eds.), *Aspectuality cross Languages*, John Benjamins, 2018, 107-122

CHAPTER 4

Speakers' gestural expression of event construal

Quantitative and qualitative analyses

1. Introduction (*Boutet, Morgenstern, Cienki*)

Section 4 in Chapter 2 introduced the principles behind the gesture coding categories and considered how these were operationalized for our study. The following sections outline the details of how the gesture-coding scheme was implemented, what methodological challenges were confronted, and how these were handled with respect to the reliability of our coding. Furthermore, we consider some particularities that the coding revealed before we delve into the results per language in the rest of Chapter 4.

1.1 Choice of the coding protocol for gesture analysis

The coding protocol was decisive for the creation of the template used in ELAN, the ordering of steps in the coding process, and the distribution of the coding to at least two coders per language. We now tackle the main difficulties we encountered in our coding.

The template in ELAN was constructed collectively by the members of the research group. The most important choices were the labels for the gestures and the controlled vocabulary of the tenses. We wanted to associate gestures, co-occurring with verbs, with the aspectual analysis of those verbs. As a result, the temporal locating of the verb forms in the past tense(s) relevant to our study of aspect and the alignment of their annotation with the audio track of the video-recorded data were very quickly deemed necessary. The overlap in time between a gesture (including preparation, stroke, retraction, or hold phases) and the production of the verb in the past was chosen as a fundamental coding criterion. Choosing a mandatory overlap restricts the number of gestures coded but reinforces the relation of the coded gesture to the verb.

As far as the coding is concerned, we separated the phase of coding the verb forms spoken from the phase of gesture coding. The first phase included the transcription of the speech, the location in the speech of verbs, temporal alignment of the verb annotation in ELAN with the audio of the verbs being spoken, and labeling

of verb tenses. On top of this phase of coding just what was spoken, with each video, the same native-speaker coder located the gestures that were not self-adaptors (we excluded self-touching movements, such as scratching, fixing one's hair, adjusting one's eyeglasses, etc.) and which overlapped partially or fully in time with the verbs. Gestures were annotated on the *Hand Gesture* tiers for each speaker, left and right on the screen. Using the video recording (without sound), a second person coded the boundary type for each gesture based on the criterion of pulse of effort; this was done to prevent influence from knowing about the speaker's choice of verb form in each case. Temporal alignment of gesture annotation was refined during a second phase.

The coding of gesture boundaries was the result of several collective training sessions. Based on our work during those sessions, we agreed on kinematic criteria for acceleration, jerks, and stops as markers of bounded gestures. The exact moment when those markers were produced during a gesture was taken into account in order to subdivide the coding into *onset*, *offset*, *punctual*, *double*, and *multiple bounded*. A more general notion was finally drawn from those training sessions and enabled us to define the pulse of effort. It is marked by a tension in the gesture, through a kinematic form, through accelerations, jerks or stops, or very controlled tension of the muscles opposing the movement, which can be seen thanks to subtle changes in the movement. In all those cases there is marked tension and gestures are bounded. In the other cases, the gestures are unbounded. We subdivided the latter into gestures which were simply unbounded versus iterative, in which an unbounded movement is repeated.

In light of our research questions, what we ultimately counted in our quantitative analyses were the categories of unbounded and bounded; the subcategories noted above served as a means to hone our attention to gesture movement qualities. Indeed, when the number of segments involved in the gestures was low and they were located far from the trunk, such as on the hand or both the hand and the fingers, the gestures were extremely brief, with small visual amplitude. It was then difficult to evaluate the specific moment when the acceleration took place (*onset* for the beginning, *offset* for the end, *punctual* for the middle). Conversely, gestures that were spread on the arm, the forearm, and the hand or even the fingers, offered greater amplitude for our evaluation of a change in speed (acceleration). Thus the greater amplitude of the French speakers' gestures that spread onto several bodily segments made it easier to evaluate these speakers' gesture boundary types than those of the German speakers, whose gestures were less ample and were mostly executed only with one hand. The gesturers' cultural "style" was thus an important factor for us to pay attention to in our coding of the boundary schemas.

As a case in point, we compared the German and French data and found that the differences between German and French speakers are not only linked to the

amplitude of their gestures: German speakers' gestures often include longer gesture holds than French speakers' gestures.

Table 4.1 Main results of the average boundary schemas of French and German speakers

Gestures	Bounded			Unbounded		
	Number	Mean Duration	Standard Deviation	Number	Mean Duration	Standard Deviation
French	270	707.84ms	346	267	801.11ms	559
German	417	919.31ms	476	217	944.58ms	421

Moreover, Table 4.1 indicates that the average duration of German speakers' gestures is longer than that of the French speakers' gestures for all types of boundary schemas. In contrast, the difference in average length between bounded and unbounded gestures is almost 4 times as great: 25 ms for German speakers and 93 ms for French speakers.

We have just noted that gestural boundedness, as we have defined it and as we can perceive it visually, involves some training for good recognition. The team members involved in the gesture coding experienced the fact that using gestural embodiment, by reenacting what we viewed in the videos, was quite useful and served as a complement to repeated viewing of the gestures in the videos. On top of vision, proprioception plays an important role in our appreciation of gesture boundaries thanks to our own sensations. Our proprioception helps us refine what we can see performed by the speakers whose gestures we are analyzing.

1.2 Inter-coder reliability

The more difficult part of the coding being that for the gesture boundary schemas, we decided to organize inter-coder reliability tests for this category. The coders of the Russian, German and French speakers' gestures exchanged 20% of the data (two recordings out of ten) in each language. Each language was thus double coded as indicated in Table 4.2, which means 40% of all the recordings were double coded.

Table 4.2 Scheme for cross-language double coding

German Corpus	Cod1 _{GE} & Cod1 _{Ru} Cod1 _{GE} & Cod1 _{Fr}
Russian Corpus	Cod1 _{Ru} & Cod1 _{GE} Cod1 _{Ru} & Cod1 _{Fr}
French Corpus	Cod1 _{Fr} & Cod1 _{GE} Cod1 _{Fr} & Cod1 _{Ru}

The first results of the tests were quite below what we could have expected, with Kappas ranging from 0.19 to 0.44. Several tries did not help us improve the coefficient significantly. It would have been an illusion to think that double individual coding increases the Kappa coefficient as we used 40% of the recordings in that first phase. We thus chose to share our double coding and take up the coding performed. For all conflicts we discussed the coding in order to reach agreement. The French coder also worked on the Russian corpus, and the Russian coder served as second coder for the German and French corpora. This strategy seemed to be the best to improve reliability. The discussion, the comparison with other gestures, viewing the gestures multiple times and using how we perceived and reenacted the gestures finally lead us to agreements. This sharing of the coding enables each coder to see two or three times more gestures than initially planned. As our common coding was progressing, we noticed that quicker and more stable agreements were made. We found that expertise was reached after the coding of over 600 gestures, at which point we could check the coding we had done beforehand. Our procedure bears many of the characteristics recommended by Stelma and Cameron (2007) in their proposal for developing transcription skills for another feature of spoken-language data, namely intonation units.

1.3 Category-specific particularities

Before presenting the language-specific findings from our analyses in relation to our research questions, the following presents some general characteristics of the gesture data.

The ratio of bounded to unbounded gestures was increasingly greater as we look across French speakers (52%), Russian speakers (57%), and German speakers (69%), as shown in Figure 4.1. Several factors can explain this increase. There seems to be a difference in “gesture style” across the speakers of the three languages in our pool of participants. Let us examine some of the factors.

The difference in the duration of bounded and unbounded gestures also seems to be a criterion that differentiates the three sets of speakers. We noted that bounded gestures were shorter temporally than unbounded gestures for both German and French speakers (sometimes four times shorter for the French speakers). This tendency for bounded gestures to be shorter is confirmed in the Russian speakers’ data. However, here, the difference between bounded and unbounded gesture length is much greater for the Russian speakers: the mean difference among the Russian speakers (237 ms) is ten times greater than that among the German speakers (25 ms), with the mean difference for the French speakers (93 ms) being between those two extremes. The length of the gestures is thus a more relevant factor to

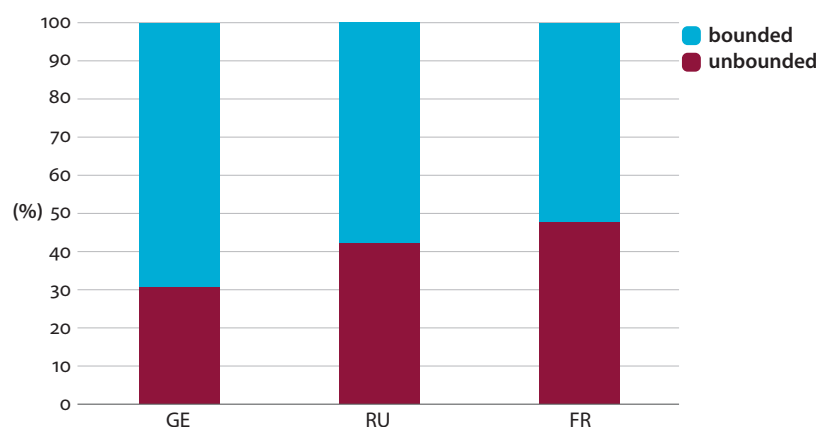


Figure 4.1 Proportional distribution of bounded and unbounded gestures according to the languages (total N for each language: German = 436, Russian = 415, French = 309)

differentiate boundary schemas for Russian speakers. The reasons for this difference found across the languages between unbounded and bounded gestures can be numerous; here are a few possibilities:

1. The unbounded gestures are lengthier because the speed is highly reduced compared to bounded gestures. This presupposes that the distances in play are similar and that the quality of the movement is involved in the distinction (kinematic hypothesis, considering the movements independent of their cause).
2. The unbounded gestures are lengthier because they are held and do not involve much movement. This presupposes that the gestural expression of the perfective is linked to motion and that of the imperfective to stasis (movement hypothesis).
3. The unbounded gestures are lengthier because they involve more segments with more important inertia (arm and forearm) compared to the bounded gestures (hands and fingers). That presupposes that the gestural expression of aspect has a strong bodily anchoring (kinesiologic hypothesis, considering the movements in terms of the biomechanics of their production).

The visual modality we use to code the gestures does not allow us to test the hypotheses against each other. However, in Chapter 5 we explore one hypothesis in further detail in relation to the French data, as a means of looking ahead to potential future research.

Other particularities we found after sharing our coding and impressions, were that the German speakers' gestures were shorter, jerky and involved a low number of body segments, that were either distal (hands and fingers) or intermediary (sole

movement of the elbow). The Russian speakers' gestures were supple and gave the impression (confirmed above) of being quite long. They involve a great variety of segments. The French speakers' gestures were fluid, they had a tendency to involve a greater number of segments. The amplitude of those gestures seemed greater than for the gestures by speakers from the other cultures. This synthesis is of course based on general impressions, and more specific tools would be needed to go further in our investigation. Motion capture is promising, as Goldin-Meadow and Brentari (2017) indicate. However, it would be important not to limit ourselves to the capture of hand movements only, but to take into account the amplitude of the degrees of freedom of all the segments and the laws of motion (see Section 1, Chapter 5).

The second type of factor that might have influenced the coding of boundaries is linked to the technology we used (video) and the visual modality. We saw that the distance covered by a segment influenced the perception of the difference between acceleration and stable speed, in particular for distal segments (body parts further from the torso, such as fingers), whose amplitude is visually reduced. Visual discrimination is greater for a gesture of the forearm than for a gesture of the hand. The other element is linked to the frequency of the images in the video. With the video recorders we used, each image was taken every 40 ms. It is composed of two frames for each take, at an interval of 18 ms. between them. Those two frames (even and odd lines) are assembled in one image. When a segment is performed at high speed, the image of the segment appears to be blurred because between the capture of odd and even lines (18 ms) the segment has been moved. The effect of the motion on the image depends on the segment that is moved. There is an increased effect on speed of the hand when both the arm and forearm are in motion. Although speed is constant between several images, this effect can lead to an image of the hand that is more blurred than if just the hand were moving on its own. Re-enactment of certain gestures can help us disambiguate our visual impressions. However, this ambiguity can be masked, especially when the plane of impact of the movement is perpendicular to the shooting plane of the camera. In that case, we have no visual clue to judge if the movement is linked to constant speed (unbounded) or acceleration (bounded).

1.4 Summing up

The use of ELAN enabled us to build an annotation scheme that was both different for the verbal part of each language and shared for the gestures, separating the coding into two distinct phases. The latter one involved gesture coding in each language, followed by distinct pairs of coders working across the languages to go over the coding of gestures according to boundary schema types. The template we

designed can be used for other datasets and for other languages as far as the gestural aspects are concerned. Our great precautions used during the coding did not permit us to eliminate all ambiguities in the choice of the gesture boundary schemas. However, after the coding of over 600 gestures, each coder became quite an expert. Some gestural invariants are noted, especially the brevity of bounded gestures. We also note that the number of bounded gestures is higher than unbounded gestures in German and Russian. While cultural variations in the gestures used may have been involved in our coding for the boundary schemas, the use of a common double coding procedure helped us reduce the effects of those variations. A technological factor (video) might have introduced some biases, but all the coders of the three languages shared those same biases, meaning they would not skew the results from one particular set of data. Despite those differentiating factors, we can consider that all precautions were taken, enabling us to neutralize as much as possible the unavoidable shortcomings of coding phenomena as complex as gestures.

2. The French speakers' gestural expression of event construal (*Boutet, Morgenstern*)

2.1 Introduction: Hypothesis for French

We have seen in Section 1.2 in Chapter 1 and Section 2 in Chapter 3 that a variety of approaches have been advocated since the nineteenth century to explain the aspectual differences between the forms used to refer to the past in French. In this section, as in the sections on Russian and German, we introduce a new dimension that has never been applied to French before, by using video data and integrating the information provided by the gestures French speakers make when they use verbs in the past tense in our analyses. We focus on the expression of aspect in spoken French and the co-verbal gestures produced with verb forms in the semi-guided oral interactions collected for this project. Our aim is to assess the degree to which and how speakers' construal of aspectual differences, grammaticalized in French with the use of different past tenses, is enacted and visible in gesture.

The differences between the specific qualities of gestures used with the various verb forms could help us characterize the differences between the speakers' mental representations of the past events they refer to and their rendering in speech. In turn, this approach could lead to a reanalysis of the spoken forms used to render aspectual differences in French.

As shown in Section 2, Chapter 3, one can alternate in spoken French between the use of *imparfait*, *passé composé*, and *présent simple* to refer to the same events in the past. Those forms have specific functions that can vary according to the context.

In our detailed analyses of specific extracts of the data in Section 2, Chapter 3, we focused on the changing micro-systems in which the tenses work in opposition to each other. *Imparfait* was clearly associated with unbounded events and was either used to present properties of an event, its framework, its background, or to capture activities as they unfold. *Passé composé* was used to describe an event as a whole, to make assessments, or to present a succession of punctual events and was associated with boundedness, where boundaries could be either separated by an interval (resultative) or merged (punctual).

We use our multimodal approach to study how French speakers express past events to try to shed light on the imagistic nature of their construal of event structure and how it correlates with the three types of verb forms used: *imparfait*, *passé composé* and to a lesser degree *présent simple*. Our hypothesis is that unbounded movements embody imperfectivity and are going to be used more with the *imparfait* and bounded movements embody perfectivity and are going to be used more with the *passé composé*.

2.2 Boundary schemas in French gestures

2.2.1 Quantitative results

In Table 4.3 we present the number of forms used in the four main past tenses with and without gestures.

Table 4.3 Number of forms with and without gestures and % gestures with speech per tense

	with gestures	without gestures	Total	% with gesture
<i>imparfait</i>	157	300	457	34%
<i>passé composé</i>	150	293	443	34%
<i>présent</i>	63	67	130	48%
<i>plus-que-parfait</i>	37	33	70	53%

The speakers used more *imparfait* and *passé composé* than other tenses to refer to past events in the data, but interestingly enough, narrative present and *plus-que-parfait* were the tense forms more often produced with gestures, relative to their use overall. For the purpose of this study, we nevertheless focus on the two main tenses for which we know there is a clear aspectual contrast in French. They were used in equal proportion and were co-produced with gestures in equal proportion as well (34% of the time), which makes them quite comparable for our study.

We then coded the boundary schemas in all the gestures overlapping with the production of the verb forms in the ten French sessions, according to the

methodology described in Section 5.1. We took into consideration the character of the gestural movement and distinguished movement with pulse of effort vs. movement with controlled exertion of effort, independent from the traditional classifications of gesture types, categories, or functions. Figure 4.2 gives the results of the coding of the boundary schemas.

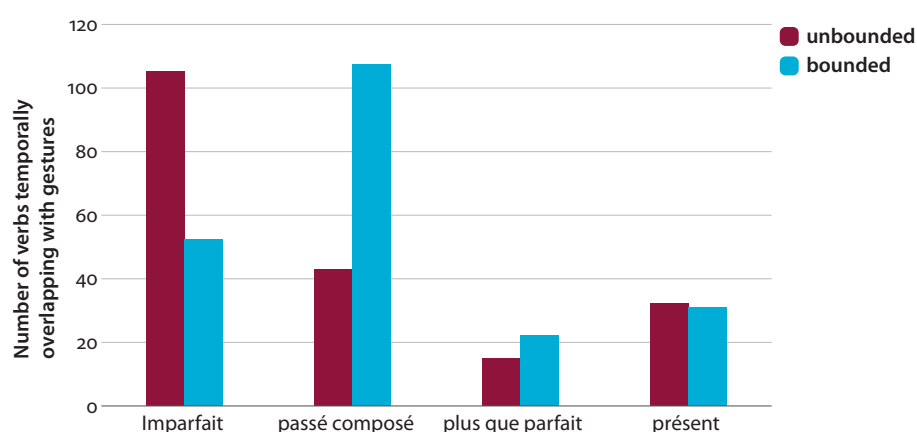


Figure 4.2 Distribution of boundary schemas for the co-verbal gestures produced with past tense forms in French

Plus-que-parfait and *présent* do not have marked aspectual differences in oral French as they are sometimes used to present perfective and sometimes imperfective types of events, which could explain why there is no significant difference in their co-occurrence with the two types of gestural categories in the data, namely, bounded and unbounded (plus que parfait: 22 bounded vs. 15 unbounded; present: 31 bounded vs. 32 unbounded).

However, the difference is significant for each of the *imparfait* and *passé composé*. For the *imparfait*, 67% of the gestures ($N = 105$) coded are unbounded and 33% ($N = 52$) are bounded, ($X^2 = 17.89$, $df = 1$, $p < 0.01$, $phi = 0.3$). For the *passé composé*, 29% of the gestures ($N = 43$) coded are unbounded and 71% ($N = 107$) are bounded ($X^2 = 27.31$, $df = 1$, $p < 0.01$, $phi = 0.4$). Our hypothesis is therefore supported as far as the French data are concerned.

In terms of individual differences, the results for the distribution of bounded versus unbounded gestures did vary somewhat but not strongly from video to video in the French data. The total number of target gestures produced per video varies from 7 to 51. In almost all French videos we analyzed, verbs in the *passé composé* correlated with bounded gestures and verbs in the *imparfait* correlated with unbounded ones. There was only one session (video #7) for which one of

the results deviated from this, namely in terms of the type of gestures associated with the *passé composé*. There were in total two pairs of speakers for whom the total number of gestures produced was very small. In one video (#12), there were only 7 target verb forms produced with gestures, and only 2 verbs produced with gestures in the *passé composé*, 1 with a bounded and 1 with an unbounded gesture, and with the *imparfait* – 3 with unbounded gestures and 1 with a bounded gesture. In video #7, there were only 12 verbs in the *passé composé* and *imparfait* produced with gestures and here the correlation with the main findings was the lowest (3/5 *imparfait* with unbounded gestures and 4/7 *passé composé* with bounded gestures). The mean of the differences over the whole data is 5.2 ($M_{\text{ubd-bd}}$) for the *imparfait* and 7.5 ($M_{\text{bd-ubd}}$) for the *passé composé*.

2.2.2 Qualitative analyses

We begin by giving two examples in which the use of the gestures with the production of verb forms match our hypothesis. The first example is already analyzed in Section 2.3 of Chapter 3 as far as the values of *passé composé* and *imparfait* are concerned, but now we focus on the gesture produced with the first *imparfait*. Bold type here and below indicates the relevant tense forms that co-occurred with a gesture.

Example 4.2.1 CLA and LAU²⁸

*CLA: Elle **est tombée**, et en fait elle a dû dévaler les [/] les marches et personne n'est **allé** la voir.

(‘She **fell** and in fact she must have tumbled down the stairs, and no one **went** to check on her.’)

*LAU: *puzzled expression.*

*CLA: Donc euh tout le monde **passait** à côté.

(‘So, um, everyone **was walking** past her.’)

*CLA: Et i(l)s en **avaient** rien à faire.

(‘And they **couldn’t** care less.’)

An unbounded gesture is co-produced with the verbal form in the *imparfait* “*tout le monde **passait** à côté*” (‘everyone was walking past her’). We have shown how this use of *imparfait* enables the speaker to create continuity out of multiple events with the totalization process marked by the use of “*tout le monde*” (‘all the people’ actually passing past her). CLA’s gesture complements the use of the grammatical markers by enacting the event with continuous flow and speed in a supple movement of the arm and the hand as illustrated in the screen shots in Figure 4.3.

28. Translation in English of the extracts are made so as to provide as many cues as possible to understand the tenses, verbs and syntax used when necessary for the analysis. The translations are thus sometimes more literal rather than stylistically felicitous.



Figure 4.3 “*Tout le monde passait à côté*” (‘everyone was walking past them’). The photos of the video are taken every two images. This co-occurred with “was walking past”.

Example 4.2.2 illustrates the correlation between the bounded gesture and the use of *passé composé*.

Example 4.2.2 CAM and EMI. They are talking about their problems with registering at university.

*CAM: (en)fin bon j’ y suis allée trois fois avant mais bon.
 (‘oh well, anyway, I went there three times before that.’)
 quand j’ ai réussi à y aller (laughs).
 (‘When I was able to go there.’)

*EMI: (laughs)

*CAM: et j’ y retourne deux semaines après.
 (‘and I go back three weeks later.’)

The bounded gesture is coproduced with the *passé composé*. In Figure 4.4, the strong acceleration between images 4 and 5 marks a clear frontier. The other key images (7 to 11) are taken when CAM says “trois fois” (three times). The gestures are also abrupt, especially in photo 7, which shows the first occurrence, but also in 8 and 9 which show a flexion of the little finger and of the ring finger. There is also a lowering of the hand on the second occurrence, and a flexion of the ring finger in photos 10 and 11.



Figure 4.4 “*J’y suis allée trois fois*.” (‘I went there three times’). These movements co-occur with “went there three times”. The 5 first photos are taken every four images. The following ones every 2 images. There is a strong acceleration between the 4th and 5th photo corresponding to the past participle “allée”.

Example 4.2.3 SYL and ANI

- *SYL: et j' ai eu des russes aussi. où j' étais pas là. Et un jour des [/] des collègues font ouais <j(e) sais pas y a eu des portugais ou des polonais qui sont venus> [Reported speech].
(‘and I had Russian people too. When I wasn’t there. And one day colleagues told me: “I don’t know we had Portuguese and Polish people.”’)
- *ANI: 0 [laughs].
- *SYL: et quand <j' ai> [//] i(ls) sont revenus l(e) lendemain c’était écrit Moscou sur leur vêtement.
(‘and when I, when they came back the next day, they had “Moscow” written on their clothes.’)
- *ANI: 0 [laughs].
- *SYL: donc j' ai dit ah bon des [/] des portugais.
(‘so I said “oh really, Portuguese people”’)
- *SYL: 0 [laughs] pourquoi pas? donc voilà euh moi mon histoire de restaurant.
(‘why not? So there we go with my restaurant story.’)



Figure 4.5 “où j’étais pas là.” (‘When I wasn’t there’). These movements co-occur with ‘I wasn’t there’. A photo was taken for every image in the video sequence. The presentation gesture is stable (extended over eleven images) and unbounded.

As shown in Figure 4.5 from Example 4.2.3, when SYL produces the *imparfait* form *où j’étais pas là* (‘when I wasn’t there’), he uses an unbounded presentation gesture with his right arm extended, hand palm up. The movement towards a location in the space in front of him is smooth and regular and held for half a second. The quality of the gesture thus corresponds to our hypothesis for co-verbal gestures expressed with the *imparfait*.

After ANI’s laughter, SYL continues his story about the Russian people whom his colleagues confused with Portuguese tourists. He talks about their coming back to the restaurant on the next day and uses the *passé composé* – *ils sont revenus* – with a similar presentation gesture, located in the same space but punctual this time and with a change of speed that in our coding is an expression of the bounded quality (punctual) of the gesture.

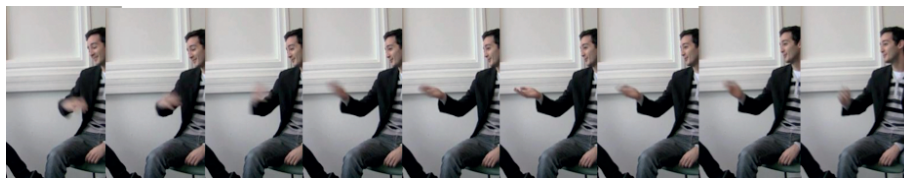


Figure 4.6 “*i(ls) sont revenus.*” (“They came back”). A photo was taken for each image. The presentation gesture is punctual here and bounded. The sixth image is the only one with a stable image of the right hand, indicating a very brief static position, in contrast to the (blurry) movement before and after.

The results for the two main French tenses used to refer to past events match our hypothesis. *Passé composé*, which corresponds to perfective/delimited aspect, highly correlates with bounded gestures, and *imparfait*, which corresponds to imperfective/undelimited, highly correlates with unbounded gestures.

This seems to indicate that the linguistic and cognitive differences in the construal of the event between *imparfait* and *passé composé* could be co-expressed in a majority of the gestures produced with the spoken forms. However, there are 33% bounded gestures that overlap with the use of *imparfait* and 29% gestures coded with the *passé composé* that are unbounded. In the next section, we analyze some counterexamples in order to propose some explanations for those cases.

2.2.3 Counterexamples: The role of lexical aspect and the multi-functionality of gestures

Example 4.2.4 FAN and CARM

*CARM: il était quatre heures du mat(in); j'étais dans ma voiture et devant y a un un mec et une fille derrière +... et i(ls) s(e) vautrent euh juste devant moi mais +//. (en)fin non <j' ai pas> [//] pas sous ma voiture mais juste devant moi et. en fait i(l)s étaient complètement bourrés tous les deux et +... et euh et la fille elle pleurait à mort. elle était là +//. on aurait dit qu(e) sa jambe elle était arrachée. bon <j(e) pense> [//]
j(e) pense qu' elle avait vraiment mal.

(‘it was four in the morning, I was in the car and in front of me there is a scooter with a guy and a girl behind him... and they fall right in front of me but... well no, I did not, not under my car but right in front of me and, well in fact they were both completely drunk and... well the girl was crying her eyes out. She was there, as if her leg were torn away, well I think, I think it really hurt her.’)

In Example 4.2.4, the *imparfait* is used in *sa jambe elle était arrachée* (‘as if her leg were torn away’, although the verb forms are similar to a *plus que parfait*, “était” is an *imparfait* and “arrachée” has an adjectival value here). It co-occurs with a very

abrupt (bounded) movement of the arm, which seems to be coherent with the lexical aspect of the participle *arraché* ('torn') rather than the grammatical aspect, the *imparfait* marked on the auxiliary *était*. Example 4.2.4 thus shows how the gesture could be viewed as construing other main features of the verbal production than the aspectual nature of the verb.

Example 4.2.5 FAN and CARM

*CARM: mais <quatre heures> [/] c'était quatre heures du mat(in) et c'était dans la banlieue donc y avait vraiment pas beaucoup d(e) monde.
(‘but it was four, it was four in the morning and it was in the suburbs, so there were very few people.’)

We chose to code the quality of the movements of gestures overlapping with verbs; while some gestures are tightly linked to the verbs, others could be expressing features of other elements of the utterance. In Example 4.2.5 we find a gesture we coded as *multiple bounded* co-occurring with an *imparfait* (*était*), when, according to our hypothesis, we should have an unbounded gesture rather than bounded gesture with the use of the *imparfait*. However, the multiple boundaries could be considered as encompassing all potential places involved in the location rather than the aspect of the verb: the speaker is expressing how the event could have taken place anywhere in the suburbs (considered as not as prestigious as being in Paris), whatever the specific location was. The multiple bounded gesture could be paraphrased as adding a semantic complexity to the noun “banlieue”, as in “it could have been one of many possible places in the *banlieue*”, as “*banlieue*” refers to locations that are near Paris but not part of the city proper.

In Example 4.2.6, the *passé composé* was produced with an unbounded gesture.

Example 4.2.6 LAU and CLA

*LAU: elles ont commencé à se battre tout ça pour euh parce qu'elle voulait absolument rentrer dans l(e) bus.
(‘they started fighting just because they absolutely wanted to get in the bus’)

*CLA: +< xxx.

*LAU: alors qu(e) les bus y en a toutes les cinq minutes. ok i(l) faisait froid mais bon de là +// et puis elles **continuaient** en plus hein, dix minutes après elles **ont continué** à s'engueuler
(‘when there are buses every five minutes anyway. OK it was cold out but really... and the- they **continued** you see, ten minutes later they still **continued** to yell at each other.’)

Before using the *passé composé* produced with an unbounded gesture, the speaker has used an *imparfait* with the same verb. The target form *elles ont continué à s'engueuler* (‘they continued to yell at each other’) is the result of a self-repair, which shows that her construal is not stabilized and she is still working on how she is

presenting the event. She combines the verb *s'engueuler* ('to yell at each other') with the form *continuer* ('to continue'). The speaker traces two repeated circles with her left hand, and the movement quality has been coded as unbounded.

Example 4.2.7 JUL and AME

- *AME: tu l' as ridiculisé et t(u) es fière de toi.
(‘you made a fool of him and you are proud of yourself?’)
- *JUL: ouais, c' était marrant, mais j(e) crois qu' i(l) s' en souvient pas.
(‘Yeah, it's funny, but I think he doesn't remember.’)
- *AME: le pauvre. (‘poor thing.’)
- *CAP: non moi j' aime bien. (‘no, I like that.’)
- *AME: <i(l) va> [/]i(l) va gâcher sa vie à cause de toi.
(‘he is going to get his life ruined because of you.’)
- *JUL: +< 0 [=! laughs]. j(e) pense pas qu' i(l) s' en souviennne de toutes façons.
(‘I don't think he remembers anyway.’)
- *AME: et euh à [/] à part moi qui t'ai fait des éloges parce que t(u) avais réussi à faire mon planning du premier semestre.
(‘and um, besides me who **praised** you because you succeeded in planning my agenda for the first semester for me.’)
- *JUL: 0 [=! laughs].
- *AME: est ce que y a beaucoup d(e) gens qui te vénèrent pour des aides que tu leur as rendues?
(‘are there a lot of people who venerate you for help you've given them?’)

The passé composé used in Example 4.2.7, *qui t'ai fait des éloges* ('who praised you') is accompanied by an unbounded gesture with iteration of the same movement representing the action of worshipping, arms held on the side with an up and down movement, palm down, as if LAU were mimicking a worshipper in front of a deity. In terms of pairing the use of grammatical aspect and gesture, the quality of the gesture (unbounded) does not conform to our hypothesis. But the semantics of the verb, the use of the plural *faire des éloges* ('to praise' ['make praises', with a plural indefinite]) and the illustrative quality of the gesture that calls upon a repetitive physical action seem congruent with the quality of the co-verbal gesture used by the speaker.

Example 4.2.8 ANA and FLO

- *ANA: et puis comme i(l) pleuvait elle a ripé, et euh j(e) sais pas pourquoi <elle était en tongs et en jupe> [she laughs], du coup elle s' est <un peu> [/] un peu fait mal, et voilà.
(‘and then since it was raining, she slipped, and um, I don't know why, she was wearing flip flops and a skirt [she laughs], so she, well, slightly, slightly hurt herself, that's it.’)

UNCORRECTED PROOFS
© JOHN BENJAMINS PUBLISHING COMPANY

In Example 4.2.8, despite the use of the *passé composé*, we find an unbounded gesture that seems to go along with the pragmatic and discursive value of ANA's verbal production: the adverb *un peu* (slightly) is repeated twice exactly when she produces the gesture marking hesitation. ANA has also expressed her epistemic stance on the event (*je sais pas pourquoi* 'I don't know why') and hesitates in her choice of the right terms to explain the event. The unboundedness of the gesture therefore does not match the perfective aspect of the *passé composé*, but it could correspond to the rendering of the speaker's hesitation and search for the best formulation to express the mental images as well as her recollection of the event.

Through a variety of examples, we have therefore observed that when the pairing of grammatical aspect and gesture quality does not match our hypothesis, the quality of the gestures can be linked to other dimensions such as the semantic aspectuality of the verb, or the pragmatic and discursive value of the utterance.

2.3 Conclusion

We have shown in Section 2.2 of this chapter that in French, significantly more bounded gestures were used with the *passé composé* (perfective, 71%) and more unbounded with the *imparfait* (imperfective, 67%), which matched our hypothesis. The quality of the gestures produced with verbs is predominantly congruent with the aspectual value expressed by the tense used. Co-verbal gestures associated to the *passé composé* and the *imparfait* could thus be seen as enactments of perfectivity and imperfectivity.

However, if gestures do embody features of mentally simulated actions (Hostetter and Alibali 2008), our analyses of some counterexamples indicate that gestures produced with verbs are not only correlated to aspect. Gesture is characterized by its multidimensional quality and one gestural form can express several functions at once. Our multimodal approach to studying how French speakers express past events sheds light not only on the imagistic nature of the construal of event structures, which we might interpret in terms of the mental simulation of actions, but also on the capacity gestures have to express other properties of language and its use, including the thinking-for-speaking and language production processes themselves.

Boutet D., Morgenstern A., Cienki A., Looking ahead: Kinesiological analysis in Alan Cienki & Olga K. Iriskhanova (Eds.), Aspectuality cross Languages, John Benjamins, 2018, 143-158

CHAPTER 5

Looking ahead

Kinesiological analysis (*Boutet, Morgenstern, Cienki*)

In this chapter, we consider how event structure differences expressed by different forms of grammatical aspect (perfective and imperfective) may be reflected in kinesiological features of the gestures. We focus on the speed and flow of the movements as well as the segments involved (fingers, hand, forearm, arm, shoulder). A kinesiological approach to gestures helps us analyze the movements of human bodies according to a biomechanical point of view, which includes physiological features, in order to determine their functions.

In line with the theoretical discussion of aspect in Chapter 1, Section 1.2, we consider that perfective aspect generally characterizes an event as bounded and imperfective aspect – as unbounded or unspecified as to boundedness. By taking a kinesiological approach to gestures, we can uncover key components of gesture used to express boundedness and unboundedness.

Boundaries are a metaphor that comes from the analysis of vocal languages, which themselves are not spatial in nature, but sonic. However, coding boundary schemas in gesture is an exercise that involves what the coders perceive visually, which is relative to the amplitude of the gestures, the type of segments involved and the quality of the videos themselves. Coding *kinesiological* features is also done through our perception (when using motion capture technology is not feasible), but can add objectivity and rigor. When we determined the boundary schemas of gestures in our project, our discrimination was mostly based on velocity and acceleration of the hand and arm movements; now we focus on those features, adding the flow of the movement and the number of segments involved in the gesture.

When we take movement dynamics, for which we use the term *kinematics* (including speed, acceleration, jerks), into consideration, we need to re-locate movement in gesture space. We also need to understand the constraints linked to how each segment of the gesture involved (shoulder, arm, forearm, hand, fingers) can actually move in space.

Whereas kinematic features represent the study of the movements independently from their cause, a kinesiological approach to gestures helps us determine the links between form and function. A kinesiological approach – detailed in the next section – allows us to understand the nature of the components of movement and to evaluate

UNCORRECTED PROOFS
© JOHN BENJAMINS PUBLISHING COMPANY

the constraints imposed on bodily segments, revealing the role of biomechanics in gesture production. We can thus assess what aspects of movement depend on the speaker's/gesturer's choice and what depend on the facility of bodily movement production.

1. Initial main concepts

1.1 Segments

What we call a segment is a non-deformable anatomical unit situated between two articulations. We distinguish the segments of the shoulder, the arm, the forearm, the hand and the phalanges (often grouped together per finger) from each other. At the intersection of those units, the articulations carry the degrees of freedom around which motion appears.

1.2 Degrees of freedom

A degree of freedom is defined as an axis around which movements relative to a segment are possible. A degree of freedom depends on the rotation of a segment around an axis in relation to the other axis. Generally that axis goes through an articulation. Each degree of freedom is thus defined according to a rotation axis. Each degree of freedom allows movements that have a specific amplitude expressed in degrees, as shown in Figure 5.2.

From top to bottom, starting from the shoulder down to the fingers, there are 28 degrees of freedom. Each of these degrees of freedom is unique. Together they make up the infrastructure of manual gestures. All manual movements are determined by those degrees of freedom. If a muscular impulse emerges somewhere between the shoulder and the fingers, its effect is inevitably related to the motion possibilities the degrees of freedom can offer. They thus structure space according to a kinesic geometry.

The articulation of the shoulder involves three degrees of freedom: abduction/adduction, flexion/extension and interior/exterior rotation (see Figure 5.1). The articulation of the elbow involves two degrees of freedom: flexion/extension and pronation/supination (see Figure 5.1). The latter degree of freedom is often attributed to the hand because its visual effect mostly involves the hand. Similarly interior/exterior rotation, which engages the articulation of the shoulder, is more often attributed to a movement of the forearm. We note that those two degrees of freedom (pronation/supination and interior/exterior rotation) are rotations performed according to a longitudinal axis along a bone. The wrist involves two degrees of

freedom which affect the hand: flexion/extension and abduction/adduction (see Figure 5.1). The amplitudes permitted by those two degrees of freedom are different. The first (flexion/extension) offers a 180° rotation in total, whereas the second one (abduction/adduction) – only 80° . The other degrees of freedom involve the fingers (we omit some details in this section). Beyond the geometry that those degrees of freedom enforce, amplitude is also an important factor that weighs on the circulation of motion within the upper limb. The lower the amplitude, the quicker the articulatory stop is reached. Once the stop is reached, motion is transferred unto an adjacent segment. Thus manual abduction/adduction, which has low amplitude, is an important location for movement transfer unto the forearm.

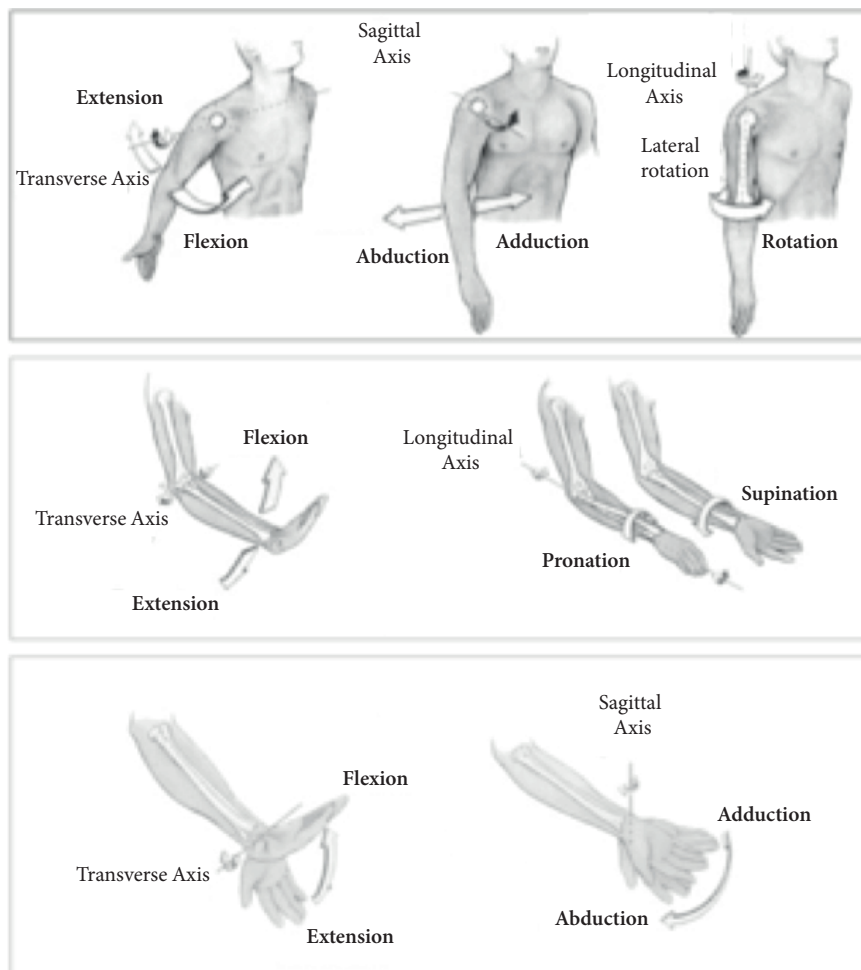


Figure 5.1 Presentation of the degrees of freedom of the arm, the forearm, and the hand

2. A kinesiological view of gesture

The kinesiological approach consists in integrating physiological factors in gesture analysis. This approach brings in three new domains: (1) intrinsically multiple frames of reference, (2) a geometry associated with space, and (3) dynamics.

2.1 Intrinsically multiple frames of reference

Gesture analysis is generally conducted based on an egocentric reference frame which, for the upper limb, often concerns the hand, which has the ultimate (final) segments of gesture production. In some rare cases, the shoulders are the location for specific gestures (for example, the shrug analyzed by Streeck 2009 or Debras 2013). The rare studies that highlight an intrinsic frame for gestures focus only on one segment (Brown and Levinson 1993; Le Guen 2011; Levinson 1996; Nuñez and Sweetser 2006). The great majority of gesture studies are exclusively oriented on one segment at a time.

In a kinesiological approach, the intrinsic frame of reference is distributed on each segment that carries an articulation: shoulder, arm, forearm, hand, and finger segments, known as phalanges. The various alternatives for positions and movements of each segment are considered in an intrinsic manner according to the movement possibilities offered by each articulation. Consider the gestures of *totality* and of *negation* by speakers of English and French, analyzed in Calbris (1990), Harrison (2009), and Kendon (2004). A symmetrical gesture performed with two hands that spread apart on either side of the sagittal plane when the palms remain oriented towards the front, fingers up, can mean either *totality* or *negation*, according to the order of the moving segments, as can be explained by the following reinterpretation of examples from the studies cited above. When the two hands are moved apart because of the motion of the arms and the movement propagates to the forearms and then the hands with an orientation of the palm towards the exterior sides, then the general meaning refers to *totality* (Figure 5.2). Reversely, when the gesture begins by a lateral movement of the hands, which triggers the opening of the forearms towards the exterior, then the gesture pertains to *negation* (Figure 5.3). The quality of the movements indicate that the gesture is fluid with constant speed at the level of the hands, whereas the second gesture, on the other hand, indicates a negation mediated by a more uneven movement, especially at the beginning of the gesture.

UNCORRECTED PROOFS
© JOHN BENJAMINS PUBLISHING COMPANY



Figure 5.2 “*Donc y avait du sang partout*” (‘then, it was blood everywhere’). The gesture begins with a movement of the forearm (exterior rotation, frames 1 to 3). Then, this movement affects the hand (frames 3 and 4) in the same exterior direction. This gesture corresponds to the expression of *totality*.



Figure 5.3 “*Enfin, on n’était pas nombreux*” (‘I mean, we were not numerous’). This gesture begins with a movement of the hand (toward the exterior). The movement propagates to the forearm (frames 4 and 5) in the same direction. This gesture corresponds to a *negation*. For the first three frames, when the hand is in motion, the upper part of the right wrist remains at the same place (as you can see in these frames, according to the left elbow in the background).

Proprioception gives us the possibility of making a thorough assessment of the difference in the dynamics and the meaning of those gestures. We have the possibility to reenact those gestures with our own body, which makes us actually feel the differences in play. We have just seen that movement can be transferred from a proximal segment (having a closer bodily connection to the torso, as the arm does, compared with the hand) to a distal segment (in the *totality* gesture), or that, on the contrary, movement from a distal segment (the hand) can be transferred to a more proximal segment (in the *negation* gesture). This notion of propagation flow of the movement on the upper limb produces meaning, and is inherently grounded in its dynamics.

2.2 A geometry associated with space

The relative position of each segment and its movements depend on the potentialities created by its possible movements. The first constraints pertain to “articular stops”: a forearm does not spread further than its alignment with the whole arm; the articular stop of the elbow prevents it from going further. The maximal amplitude of each movement (we can call it the degree of freedom; see Section 3.2 in this chapter) also participates in the construction of a specific geometry that includes the possibilities involved for each segment.

For example, we cannot touch the interior of the forearm with the tip of our fingers because the articulatory possibilities of the wrists do not allow it. The gesture space is thus based on all those possibilities and depends on a series of geometries composed of non-deformable anatomical units (that is, segments: units which have no joint and so cannot be bent), of specific degrees of freedom and of determined amplitudes. Thus the gestural expression of totality, described above, can also be rendered in a reduced way by the sole movement of the hands, on the condition that it unfurls the complete amplitude of the movement on the hand up to its articular stop. The same totality can be expressed by a movement of the forearms and the hands with a slight difference: a larger coverage. Visually, the amplitude covered might be different, but the relative amplitude inside each segment remains within the limits of the articular stop.

2.3 Dynamics

The general geometry of gestural space is composed of singular geometries (those of the degrees of freedom). This affects the position of the segments that are constrained by what we can call that *segmental* geometry. But does this specific geometry constrain the movement and its dynamics – its progress? Are the progress of a gesture, its trajectory, its shape, and the manner in which the form is spread, affected by the geometric ratios of the segments between each other? The answer is yes for several reasons. Our difficulty in controlling our movements leads us to optimize this control since there are a great number of segments that are set in motion in a movement. Kinesiological solutions or options linked to motor control can be used because of this constraint.

UNCORRECTED PROOFS
© JOHN BENJAMINS PUBLISHING COMPANY

3. Movement (motor) control from a kinesiological perspective

Movement and its dynamics are constrained by the physiological possibilities of our upper limbs. The trajectory, the shape, and the manner in which a gesture can be performed are impacted by geometrical relationships between segments (shoulder, arm, forearm, hand...). The number of possible movements of a gesture can be optimized. Kinesiological solutions for motor control follow four principles, which we detail below.

3.1 Velocity in relation to shape

The velocity of a movement depends on the shape that is traced. The more a shape is curved, the more speed increases. The radius/velocity relation between the bend radius of a shape and the velocity of the hand has a power of $2/3$ according to the two-thirds power law relation (Viviani and Flash 1995). This law has a direct impact on the appreciation of the velocity and acceleration of gestures in relation to grammatical aspect and is thus very important for our study. A rectilinear gesture will be perceived as being faster than a curved gesture with changes in the bend radius, even though the increase of the velocity with the increase of the curve is totally independent on the speaker's own will.

3.2 The opposition of phase law

The opposition of phase law points to an economic solution to couple together several possibilities for a movement to be performed and to decrease the number of degrees of freedom that must be controlled. During the performance of a gesture, when the angle created between the arm and the body increases, the angle of the arm and forearm varies in equal measure. For instance, for a pointing gesture, regardless of the distance of the target or of the velocity of the gesture, the angles of the arm and the forearm increase or decrease linearly during the gesture. This joint torque control is an optimal solution to minimize the number of degrees of freedom and nevertheless to maintain good accuracy. Thus our brain only controls one parameter in a complex movement: the amplitude rate between the two angles.

UNCORRECTED PROOFS
© JOHN BENJAMINS PUBLISHING COMPANY

3.3 The principle of isochrony

The third principle, which is called the principle of isochrony or Fitts' law (1954), stipulates that the average velocity of a gesture between two points increases according to the distance between those points. Two distant points will be linked up with higher velocity than closer points. This also has a direct impact on how we analyze gestures in our study. We have taken the visual effect of this law into account in the process of coding the gestures in our video data.

3.4 Codman's paradox

The fourth principle called Codman's paradox (1934) reveals that joint involuntary rotation movements are produced when movements are performed. Figure 5.4 illustrates this paradox. The voluntary movements in this cycle are flexing (raising from the front) and then adduction of the arm (lowering from the side). The voluntary movements only affect the shoulder. However, at the end of the cycle, the thumb is turned towards the back despite the fact that it was turned towards the front at the beginning. An involuntary rotation of the arm has taken place during the elevation of the arm phase, then an involuntary rotation of the forearm appears during the lowering of the arm. The arm and forearm have undergone an involuntary exterior rotation. Those involuntary movements are automatically coupled to certain movement cycles, which diminishes the number of controlled movements.

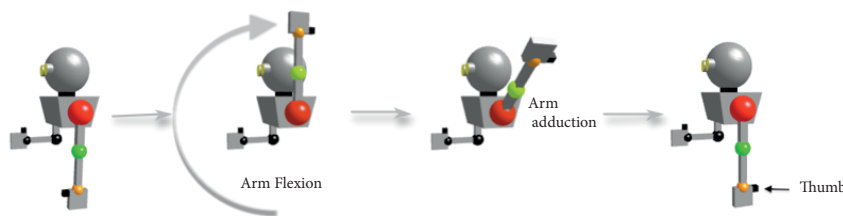


Figure 5.4 Codman's paradox. In the starting position, the thumb is directed towards the front. In the final position, the thumb is directed towards the back. There has been an involuntary exterior rotation movement of the forearm and supination during the bending and adduction movement of the arm.

These kinesiological principles are anchored on the segments of the body but also on the degrees of freedom and propagate along the upper limb thanks to movement transfers.

3.5 Types of motion transfer

Two types of motion transfer can be distinguished. The first one depends on the kinesiological structure of the upper limb and on its geometry. The second one depends on the motion itself and on the inertial relation the segments maintain between each other.

Codman's paradox perfectly illustrates this kinesiological transfer of motion (see Figure 5.4). This paradox is available for any articulation that involves certain characteristics. MacConaill (1948) summarize these characteristics in the following fashion: for any articulation with three degrees of freedom one of which is a rotation (internal/external rotation and pronation/supination), when the other two degrees of freedom are set in motion, it triggers an involuntary joint movement on the rotation. The shoulder presents these characteristics as we have seen in Codman's paradox but the wrist (with three degrees of freedom: flexion/extension, abduction/adduction and pronation/supination) does as well. When the hand is in a full extension/flexion position, the abduction/adduction motions and the pronation/supination are then in another plane. In the case of a full extension of the hand, abduction (of the hand) merges with a pronation (rotation of the forearm) (Figure 5.5).

This first type of motion transfer can help us distinguish the voluntary share and the involuntary share of the motion of a gesture. The pronation/supination and the interior/exterior rotations, when they are the recipients of joint movements, are performed involuntarily and do not depend on any of the qualities of the intentional movement. We therefore cannot take those movements into account in our appreciation of the quality of the movement in a gesture.

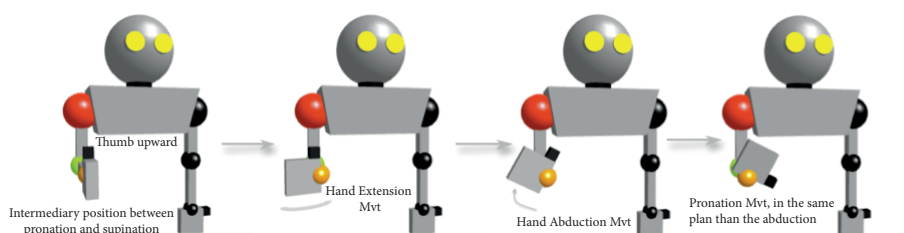


Figure 5.5 Manual example of the alignment of the rotation axis between abduction/adduction and pronation/supination

The second type of transfer is linked to the issue of inertia: the resistance of an object to any change in its state of motion or rest. The inertial relations between the segments favor the arm (Dumas et al 2007, the inertia of the forearm represents an average of 65% of that of the arm and the inertia of the hand 24% of that of the

arm). The closer we are to the most distal segments (the fingers), inertia decreases according to a constantly decreasing gradient. A movement performed with the arm can thus be more easily transferred onto the forearm and the hand rather than the reverse. A movement initiated on the hand will not be able to move up higher than the forearm. Motion transfers are therefore asymmetrical according to an inertial slope that is more favorable to the arm and less favorable to the fingers. This differential in inertia is very directly linked to acceleration phenomena.

3.6 Discussion

A kinesiological approach places gesturality in its articulatory structure. It involves a change in reference framework: the framework is shifted from being egocentered to being intrinsic to each segment and it therefore becomes multiple. The movement is considered as being relative to each segment of the upper limb. The possible gestures are placed in an articulatory geometry consisting in degrees of freedom, constraints and laws of movement. It is thus impossible to take only the kinematics of the hand into consideration. The hand must be reconsidered according to the determining factors linked to all the segments of the upper limb. The propagation flow of each gesture must be considered. The number of segments that move as well as their distance to the trunk must be taken into account for they constitute cues to measure the propagation flow of the movement. The number of segments involved in the movement during a gesture can be determined thanks to inertia. Finally, the duration of gestures should depend on the propagation flow: it is shorter for a distal-proximal flow because the gesture propagates lower on the upper limb, longer for a proximal-distal flow because the gesture affects more segments.

4. Case study: Kinesiological analysis of the French gesture data

In this section, the principles analyzing kinesiological properties of gesture are applied to our French data to illustrate how they can shed light on the notion of boundedness in terms of a pulse of effort. We then consider how the findings relate to the use of the imperfect and perfect past tense verb forms in the data.

Three types of results are presented:

- the propagation flow of the movement of the gesture in relation to imperfective and perfective aspect on the verbal level;
- the number and type of segments involved in the movement associated to the two aspects; and
- length of the flows associated with perfective and imperfective aspect.

4.1 Propagation flow and perfectivity

The propagation flow expected for the gestures connected with use of the *imparfait* (imperfect tense) is proximal-distal (from the arm to the fingers), whereas for the gestures associated with the *passé composé* (perfect tense), the flow is expected to be distal-proximal (from the fingers to the arm). These expectations are in the same direction as the kinematic properties of the boundary schemas. For the bounded gestures, the pulse of effort causes accelerations presumably due to the movement of a distal segment (hand) because of its shorter amplitude, which triggers the movement of a more proximal segment (forearm, for instance). The transfer of the movement goes against the inertial gradient. The movement on the hand has to be powerful – jerky perhaps – to overcome the inertial gradient. On the contrary, the unbounded gestures seem to be smoother, with a more uniform velocity. This kinematic property must rely on physiological support. Kinesiology allows us to explain the tendency in the uniformity of the velocity. If we consider a proximal-distal flow, the movement of the more proximal segment, such as the arm, reaches its stop articulation after the transfer of the movement to the forearm because of the favorable slope of inertia, up to the hand or the fingers. Finally, a movement is perceived on the hand (we should say a displacement) because of the motion of the arm, followed by the motion of the forearm, and finally we can see a proper movement of the hand. In this latter case the movement seems to be more continuous in nature, corresponding to the unbounded gesture.

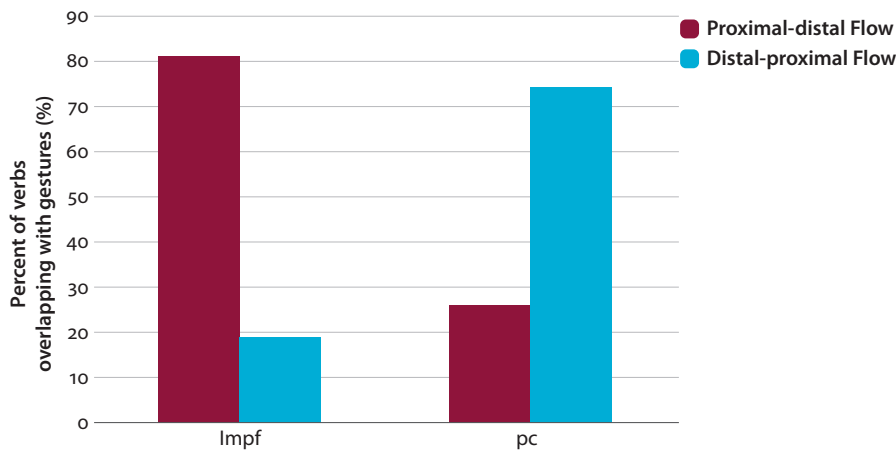


Figure 5.6 Distribution of the two propagation flows according to the tenses used *imparfait* (*Impf*, imperfect tense and *passé composé* (*pc*, perfect tense). $N_{\text{Proximal-distal flow}} = 52$; $N_{\text{distal-proximal flow}} = 46$. Some illustrated examples are given in Section 2.2.3 of Chapter 4, repeated below in Section 4.3 of this chapter.

We conducted a kinesiological analysis on four out of the ten French sessions, chosen at random. The results presented in Figure 5.6 indicate a marked tendency, even stronger than the one we found with the boundaries. The proximal-distal propagation flow is predominantly associated with the *imparfait* (for 81.3% of the occurrences). The distal-proximal flow is associated predominantly with the *passé composé* (74%). This dichotomy seems to be even more relevant to gestures associated with aspect than the boundary schemas for our sample.

4.2 Number and type of segments and perfectivity

Another level of differentiation inherent to the propagation flow and to inertia concerns the number and type of segments involved in the movement. Let us briefly summarize the nature of that link. In the case of a proximal-distal propagation flow, inertia drives the transfer of the movement to the segments with weaker inertia. Segments have decreasing inertia as they go from shoulder to arm, to forearm, to hand and finally to the last phalanx of the fingers. Thus, when the arm initiates a gesture, the transfer of the movement to the fingers will not encounter inertial resistance. The shoulder to arm direction involves a naturally declining slope. Whatever segment initiates the movement at the beginning of the gesture, transfer will be made onto a more distal segment.

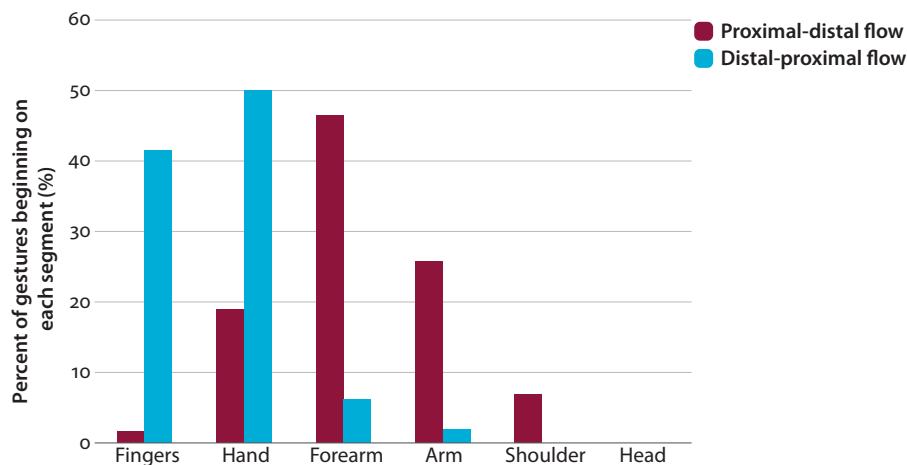


Figure 5.7 Distribution of the first segment in motion according to the flow

The number of segments involved in the gesture will therefore be higher in this case. For the opposite flow – distal-proximal – it will be the contrary. Within that flow, for each new segment involved by the movement transfer, inertia will increase. Thus

for the gestures with a distal-proximal flow, the number of segments involved by a movement should be reduced. This difference is not found to be large in our subset of the data (four sessions out of ten). We come back to that in our discussion. The second expectation – the type of segments involved in the flow – is clearly found in our results. We expect distal-proximal gestures to begin with a movement of a distal segment – on fingers or hand for instance. At the beginning, the movement affects either the shoulder or the arm for proximal-distal gestures.

We found that the results met our expectation. Over 90% of the gestures with distal-proximal flow start on the fingers or the hand, whereas over 80% of the gestures with proximal-distal flow are initiated by the shoulder, the arm or the forearm.

Our data do not show significant differences in the temporal length of the gestures (the stroke phase) associated with the verbs in the *imparfait* and those associated with the *passé composé*. The results concerning the length of gestures in Duncan's study (2002), as well as in Malaia and Wilbur (2012) for American Sign Language, are not confirmed in our study.^{30, 31} In that respect, gestures co-produced with speech cannot be compared to signs. However, a similar tendency can be observed: the gestures used with the perfect tense verbs are shorter than the gestures used with those in the imperfect tense (see last two columns of Table 5.4) although verbs in the *imparfait*, which is an inflected form, are on average shorter to pronounce than verbs in the *passé composé*, which combine an auxiliary and a past participle (see first column of Table 5.4). The speech flow can influence the timing and length of the gestures that are associated with it. In the four sessions under examination here, the average length of the verbal constituent of the verbs in the *passé composé* was 364 ms ($N = 51$, $SD = 154$) whereas the length of *imparfait* was 309 ms ($N = 52$, $SD = 110$). The perfect tense form was longer than the imperfect for these verbs. Do those durations have an impact on the gestures? The analysis of the gestures co-occurring with each tense form indicates that the imperfect is associated with longer gestures than the perfect tense is (columns 3 and 4 in Table 5.1).

30. The length of the gesture strokes associated to the perfective in English is 0.249 ms (SD: 0.114) versus 1.158 ms (SD: 0.623) for imperfective gestures (ibid.: 196).

31. In the ASL study by Malaia and Wilbur the length of the stroke phase of signs is significantly different between telic and atelic verbs regardless of the position in the clause: telic verbs, medial $M = 420$ ms, final $M = 468$ ms; atelic verbs, medial $M = 445$ ms, final $M = 513$ ms. (ibid.: 413, 414 for the values of standard error).

Table 5.1 Length of verbs in the *imparfait* and *passé composé* and gestures produced with those verbs

	Duration (ms)	Duration Flow (mean) proximal – distal (N = 52)	Duration Flow (mean) distal – proximal (N = 46)
<i>imparfait</i>	309	594ms SD: 439 (N = 39)	502ms SD: 293 (N = 9)
<i>passé composé</i>	364	548ms SD: 386 (N = 13)	493ms SD: 284 (N = 37)

4.3 Qualitative analyses

Our kinesiological analyses indicate that the flow of the movement (distal-proximal or proximal-distal) might be an excellent candidate to correlate with the aspectual alternation between perfectivity and imperfectivity. Here are three examples in which the boundary schemas did not correlate with the aspectual feature of the verbal forms used but for which our kinesiological coding indicates a better fit.

In Example 4.2.4 from Section 2.2.3, Chapter 4, an abrupt gesture was produced with the *imparfait* “*sa jambe elle était arrachée*” (‘her leg was torn away’). We observed great acceleration from the middle of the gesture and coded it as an offset-bounded gesture. But if we add the kinesiological coding, we find a “whip-wave” movement, that is: the flow of the gesture is proximal-distal as it propagates from the arm, then the forearm and finally the hand all the way to the tip of the fingers, and then there is an acceleration. Thus, in terms of boundaries, it was not compatible with our hypothesis, but in terms of kinesiological features, it was.

In the next example, we have a *passé composé* produced with an unbounded gesture.

435 *LAU: *et euh ?* (‘and...’)

436 *CLA: *un acte de gentillesse gratuit.* (‘a nice action with no reward’)

437 *LAU: *t(u) en as vu ?* (‘have you ever seen any?’)

438 *CLA: *ben toi t(u) en as vu ou pas ?* (‘well have you seen any or not’)

439 *LAU: *un acte de gentillesse gratuit. Euh si ... ben euh Marie l’autre jour elle a aidé un [/] un des aveugles de la fac à ...*

(‘a nice action with no reward, um yes well, Marie help one of the the blind persons in the university the other day’)

442 *CLA: *ah ouais.* (‘oh yeah’)

The gesture produced with the *passé composé* in the phrase in bold type was coded as unbounded. The speaker was using a presentation gesture that seemed to complement the pronoun “*toi*” (‘you’) rather than the semantics of the verb ‘have you seen (any)’.

However, the gesture is distal-proximal in nature, which we associate with perfectivity. Thus, the kinesiological features of the gesture correspond to our hypothesis.

Let us turn back to Example 4.2.7 from Section 2.2.3, Chapter 4, in which a *passé composé* (“elles ont continué à s’engueuler”/‘they continued to yell at each other’) was produced with an unbounded gesture as well. We coded the flow as distal-proximal, propagation from the hand to the arm, and there is a slight acceleration when the hand starts repeating the tracing of the circle. The boundary schema in this example does not correspond to our hypothesis, but the kinesiological coding does. The distal-proximal flow could be associated with perfective aspectuality: the scene is construed in its globality, but the iteration of the circle and the stability of the rhythm could be linked to the semantic aspect grammaticalized in the use of the verb “continuer” (‘to continue’) which indicates duration. Interestingly enough, each time the hand accelerates slightly, the speaker’s head moves upwards counterbalancing the acceleration of the hand. This creates an impression of insistence; the head is involved as well as the arm and hand. This example illustrates that gesture is multifunctional and that multilayered/multilevel analyses can help us tease apart the complexity of multimodal communication.

5. Discussion

The analysis of the specificities of flow gives coherences to apparently unrelated phenomena. Perfectivity can be semantically related to the propagation flow of the movement. The distal-proximal flow involves the initiation of the movement with segments whose amplitude is reduced (see Boutet 2015: 121–122). The stopping point of articulatory movement is reached more quickly on the fingers and the hands than on the forearm and the arm. The movement is blocked more rapidly even if the transfer of the gesture continues onto the forearm. This natural boundary echoes the perfectivity of the event – or the accomplishment of the event. On the contrary, the proximal-distal flow involves a movement that is predominantly executed on the arm or the forearm. The amplitude of those segments, being much greater, they rarely reach a stop before the adjacent distal segment is in turn in motion. As inertia decreases, the movement propagates progressively and seems to be more homogeneous and without borderlines, even when it involves the hand. The homogeneity of speed is due to the ratio between the length of each segment and the force that rises from the attachment point where the movement is anchored in the segment (the tendon) or the inertial force transmitted from one segment to the next. Length and force co-vary in such a way that the ratio is globally respected. When the force that is transferred decreases from one segment to the next, the length of the segment set in motion also decreases. The imperfective aspect of the event, without marked

boundaries, corresponds to the proximal-distal flow. Moreover, the internal point of view carried by the imperfective (Comrie 1981: 3) is echoed in the involvement of the segments closer to the chest – that are more internal – whereas the gestures of the distal-proximal flow set more distal segments in motion, which can correspond to an external point of view associated to the perfective.

The length of the gestures associated to the *imparfait* and the *passé composé* is interesting to consider. The distal-proximal gestures are executed more quickly (means: 493 ms with *passé composé* and 502 ms with *imparfait*) and the proximal-distal gestures are lengthier (means: 548 ms and 594 ms). The difference in standard deviation for each flow is also important (see SD values in columns 3 and 4, Table 5.1). These observations that are only trends, are not statistically significant and indicate that a more thorough investigation of the duration of each gesture according to the number of segments involved in the movement could be relevant. These results illustrate the importance of taking co-verbal gestures into account in the analyses of aspect in French (and presumably for other languages) for past events.

As far as gestures are concerned, the notion of boundary is not only conceptual: it is also anchored in kinesiological features. Boundaries are marked by change or preservation of speed. It is a purely kinematic feature.

In our more detailed kinesiological study of four sessions of French interactions, the specific features of flow correspond to verbal perfectivity even more closely than do the boundary schemas we had defined based on kinematic criteria. Indeed kinematic features represent the study of the movements independently from their cause, whereas a kinesiological approach to gestures helps us determine the links between form and function. The question raised is whether physical and kinematic features are the ultimate criteria we should take into account for the gestural expression of perfective and imperfective aspect.

Flow, which is a kinesiological notion that takes both biomechanic properties and their cause into account, corresponds better to the enactment of (im)perfectivity in French than do gestural boundaries based on purely kinematic criteria. The question of the status of kinematics and kinesiology is thus at play in this study. Are the physical and kinematic properties the ultimate criteria to understand the gestural expression of aspect? If they are, at a kinesiological level, flow would simply be one means of exploring this. Another option is to consider flow as a marker, whereas the kinematic elements (speed, duration, acceleration) would only be its natural consequences. The issue is to understand whether the gestural expression of aspect is linked to logic that is external to gesturality itself (kinematic features independent of the speakers' conceptualizations and intentions), or whether they derive from the internal functioning of gestures.

UNCORRECTED PROOFS
© JOHN BENJAMINS PUBLISHING COMPANY

Further investigations are needed in order to pursue the difference between the kinematic option in which the gestures' boundedness would be an enactment of the aspects marked in speech, and the kinesiological option that accounts for the biomechanic properties of the movement enacting (im)perfectivity.

We have shown in this chapter that both kinematic features and kinesiological features are expressed in the gestures with speech when past event are narrated by French speakers. Either way, co-verbal gestures associated to the *passé composé* and the *imparfait* could thus be enactments of perfectivity and imperfectivity.

UNCORRECTED PROOFS
© JOHN BENJAMINS PUBLISHING COMPANY

*