LABORATOIRE D'EXCELLENCE DES ARTS ET MÉDIATIONS HUMAINES

Gestuelle contrainte et empathie dans l'interaction homme-machine

Boutet Dominique [1,2] McF, [1] LIAS (ehess & Cnrs), [2] Université Evry-Val-d'Essonne, dominique_jean.boutet@orange.fr

Tramus Marie-Hélène [3], PR, [3] INREV-AIAC, Université Paris 8, mh.tramus@univ-paris8.fr

Blondel Marion [4], CR1, [4] SFL (Paris 8 & Cnrs), marion.blondel@cnrs.fr

Jégo Jean-François [3], ATER, [3] INREV-AIAC, Université Paris 8, jf.jego@gmail.com

Batras Dimitrios [3], Doctorant, [3] INREV-AIAC, Université Paris 8, dbatras@yahoo.gr

Guez Judith [3], Post-Doc, [3] INREV-AIAC, Université Paris 8, judith.guez@gmail.com

Catteau Fanny [4], Masterante, [4] SFL (Paris 8 & Cnrs), funnycatteau@orange.fr

Chen Chu-Yin [3], PR, [3] INREV-AIAC, Université Paris 8, chu-yin.chen@univ-paris8.fr

Vincent Coralie [4], Ingénieure d'études, [4] SFL (Paris 8 & Cnrs), coralie[DOT]vincent[AT]univ[DASH]paris8[DOT]fr

RIAL 2016
RENCONTRES INTERNATIONALES D'ANTHROPOLOGIE LINGUISTIQUE
L'ÊTRE DE LANGAGE ENTRE CORPS ET TECHNIQUE : NOUVELLES DONNÉES, NOUVELLE DONNE ?

Interaction gestuelle non sémantique avec un AV

- Quelles adaptations fait-on face à un AV ? Pour quels impacts ?
  - Formelles, Sémantiques, Interactionnelles

- L'empathie exprimée par des gestes oriente-t-elle naturellement vers l'interaction ?

Arrière-plans

- Sémantique : l'interaction gestuelle avec autrui est brachiale

Abduction du bras : puissance, pouvoir (Bulwer 1644, Spicer 1991 Boutet 2008)
>> rapport à l'autre et à soi (ontique, épistémique)

Figure 1 Louis XIII en costume de sacre, Philippe de Champaigne, Royal Collection. Bras droit en abduction.

Figure 2 Louis XIV en costume de sacre, Hyacinthe Rigaud, 1701, Musée du Louvre. Bras gauche en abduction

Figure 3 Superman, réalisé par Richard Donner, 1978 avec Christopher Reeve. Les deux bras en abduction.

Adduction du bras : soumission, impuissance (Garnier 1989, Calbris & Montredon 1986, Boutet 2001)
>> rapport à l'autre et à soi (ontique, épistémique)

Figure 4 Détail de la mort de Sardanapale, Eugène Delacroix, 1827, Musée du Louvre. Bras gauche en adduction.

Figure 5 Jack Nicholson faisant la grande révérence. Bras droit en adduction.

Figure 6 Salut militaire avec le bras gauche au garde à vous (en adduction).

Arrière-plans

- Sémantique : l'interaction gestuelle avec autrui est brachiale (Kendon 2004, Streeck 2009, Boutet soumis)

Flexion du bras : demande

(Quintilien, Inst.Ort. Liv.XI,3.115,
Calbris &Montredon 1986, Calbris & Porcher 1989)
>> rapport à l'autre vis-à-vis de quelque chose (volitif)

Figure 7 Manifestation à Ferguson après la mort de Mickael Brown, 12 août 2014, Eric Liu. Bras en flexion.

Figure 8 Manifestant à genoux implorant les policiers, Kiev, 1 décembre 2013, Christian Delporte. Les deux bras en flexion.

Extension du bras : contrainte

(Calbris & Montredon 1986, Darwin 1872, Streeck 2009, Renna et al 2014)
>> rapport à l'autre vis-à-vis d'une contrainte (déontique)

Figure 9 Monument aux morts de Muron. Bras droit en extension.

Figure 10 Le pilori, gravure XVIIe siècle. Les deux bras en extension

Figure 11 Captifs attachés au pilori, Egypte, Basse époque, 640-30 avt J-C. Bras en extension

Figure 12 Kim Phuc, brûlée au napalm, 8 juin 1972 à Tran Bank, par Nick Ut. Les deux bras en extension et abduction

Arrière-plans

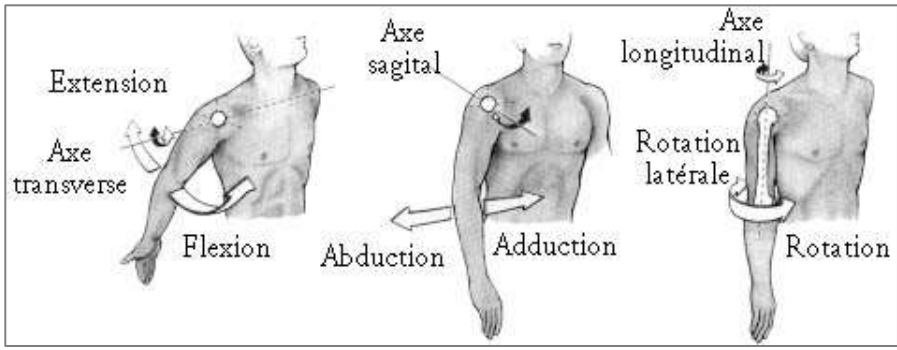
et codage des gestes

- Formel : Cadre de référence allocentré et multiple

Codage pour chaque degré de liberté (Kapandji 1997, Boutet 2010, 2015 et soumis)

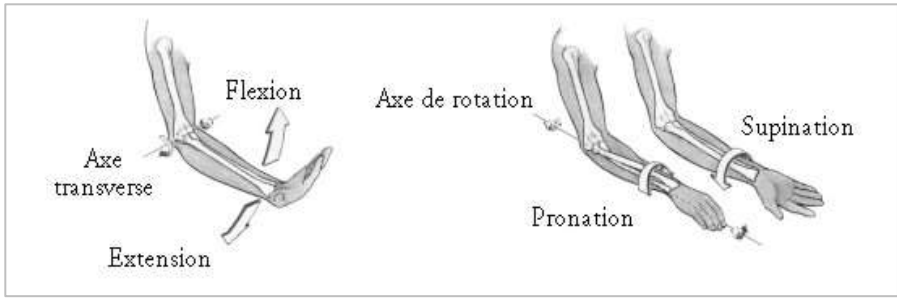
– Le bras

Flexion/Extension (13 amplitudes)
Abduction/Adduction (14 amplitudes)



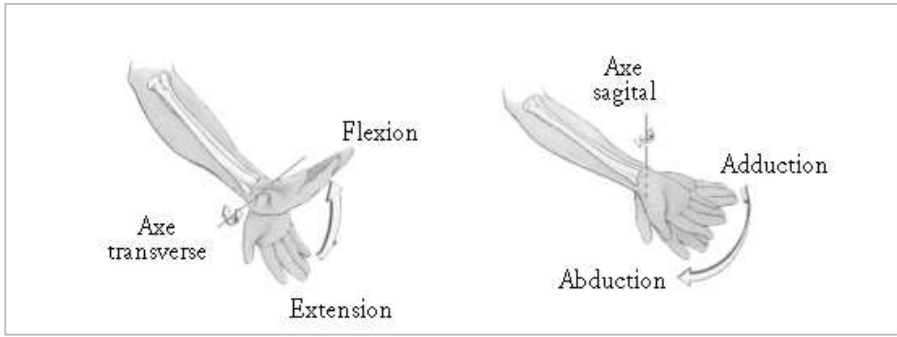
– L'avant-bras

Flexion/Extension (9 amplitudes)
Rot. Intérieure/Rot.Extérieure (9)



– La main

Flexion/Extension (9)
Pronation/Supination (9)
Abduction/Adduction



Arrière plan

Sur l'interaction dans une langue gestuelle (langue des signes)

- En contexte d'acquisition d'une langue des signes
  - L'adulte qui s'adresse à l'enfant (LAE, *motherese*)
    - Ajout de mouvements à trajet conférant une plus grande amplitude (et donc saillance) aux signes

      [Holzrichter & Meier, 2000 pour la langue des signes américaine]

      … lien avec proximalisation ? et lien avec empathie ?

  - Les premiers gestes et signes de l'enfant
    - Evolution de la production du tout-petit signeur vers la distalisation

      [Conlin et al, 2000 pour la langue des signes américaine ;
      Limousin et Blondel 2010 pour la langue des signes française]

Arrière plan

- Importance du mouvement de rotation du poignet (supination/pronation) dans les comptines

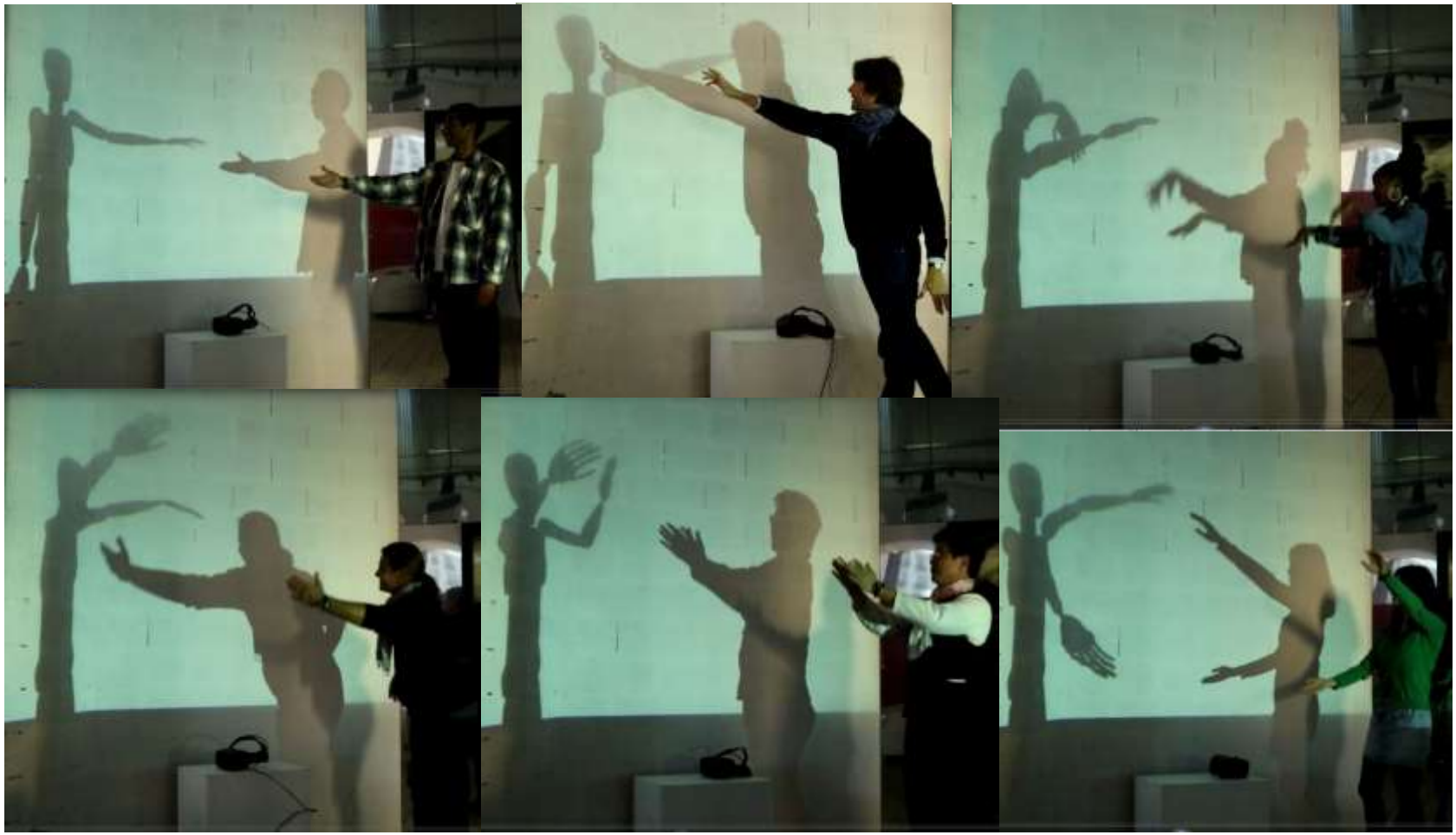
Arrière plan

- Concernant l'agent virtuel avec notamment les contraintes dues à la kinect

L'articulation de la main de l'acteur virtuel ne rend pas compte de la Pronation/Supination volontaire, mais seulement des rotations induites par les rotations des articulations supérieures (coude, épaule).

Dispositif d’interaction

Installation *Interacte*



Dispositif d’interaction

Expérimentations d’improvisations gestuelles réalisées par des acteurs réels

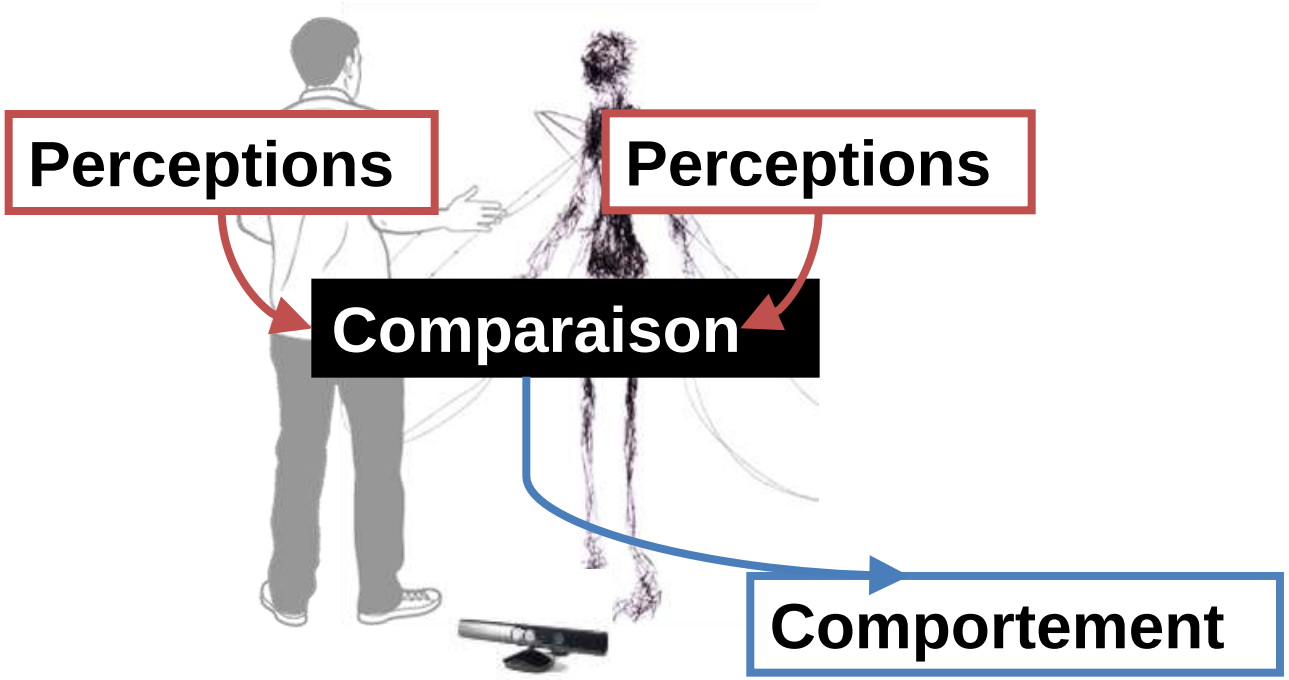
Dispositif d’interaction

L’acteur virtuel peut ainsi interagir :

- en mimant les gestes de l’acteur réel captés en temps réel
- en effectuant un geste issu de la base de données de mouvements captés et ayant une dynamique proche de celle de l'acteur réel
- en faisant un geste singulier généré en temps réel par un algorithme génétique
- en restant dans une posture de repos en attente d’une sollicitation de l’acteur réel

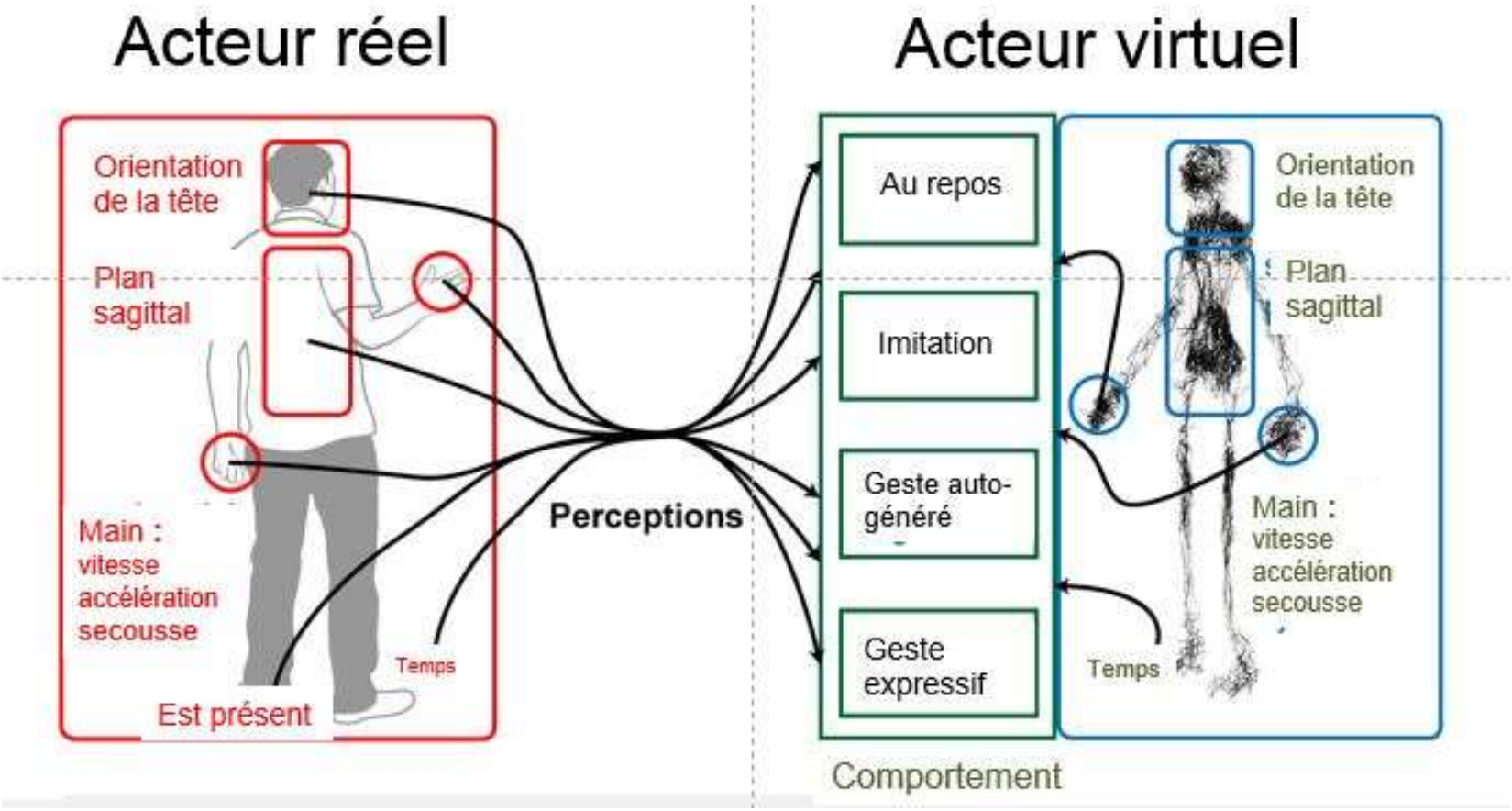
Dispositif d'interaction

- Perception: analyse continue des gestes en temps-reel
- Comportement : machine à états finis (FSM)



Imitation	Au repos	Gestes captés de la BDD	Gestes générés	…

Dispositif d'interaction

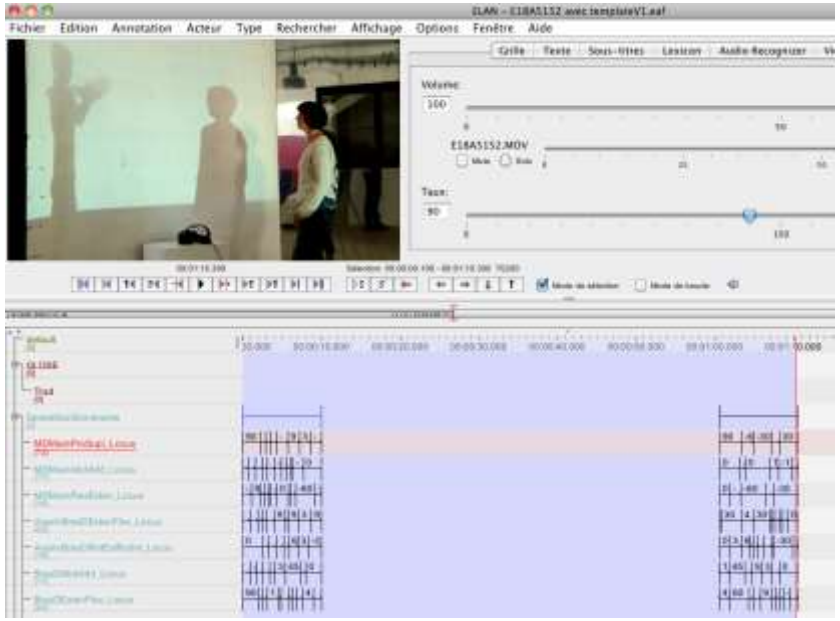


Codage des gestes

- Gestes expressifs sans sens particulier
  - d'interaction entre un sujet réel et un agent virtuel (AV)
  - Sous forme d'un théâtre d'ombre pour l'AV
  - Composés majoritairement de gestes d'imitation mais aussi de gestes capturés et de gestes généres, sans que le sujet réel ne le sache.

- Séquences et échantillonnage
  - 7 corpus étudiés
  - **1ère partie** : les 10 premières secondes

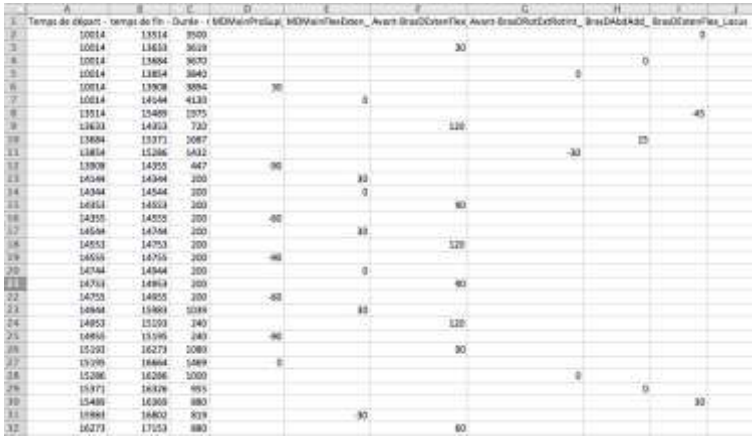
    2e partie : les 10 dernières secondes de la séquence en théâtre d'ombre
  - Pour des durées de séquence comprises entre 2mn et 30 s



Codage des gestes

- Codage pour chaque degré de liberté :
  - L'unité de mouvement est faite entre deux points de rebroussement d'amplitude ou pour un plateau. La valeur affectée est alors celle de la position finale.

  - La durée ne compte donc qu'entre deux positions stables ou deux positions présentant un point de rebroussement



  - Exportation sous excel

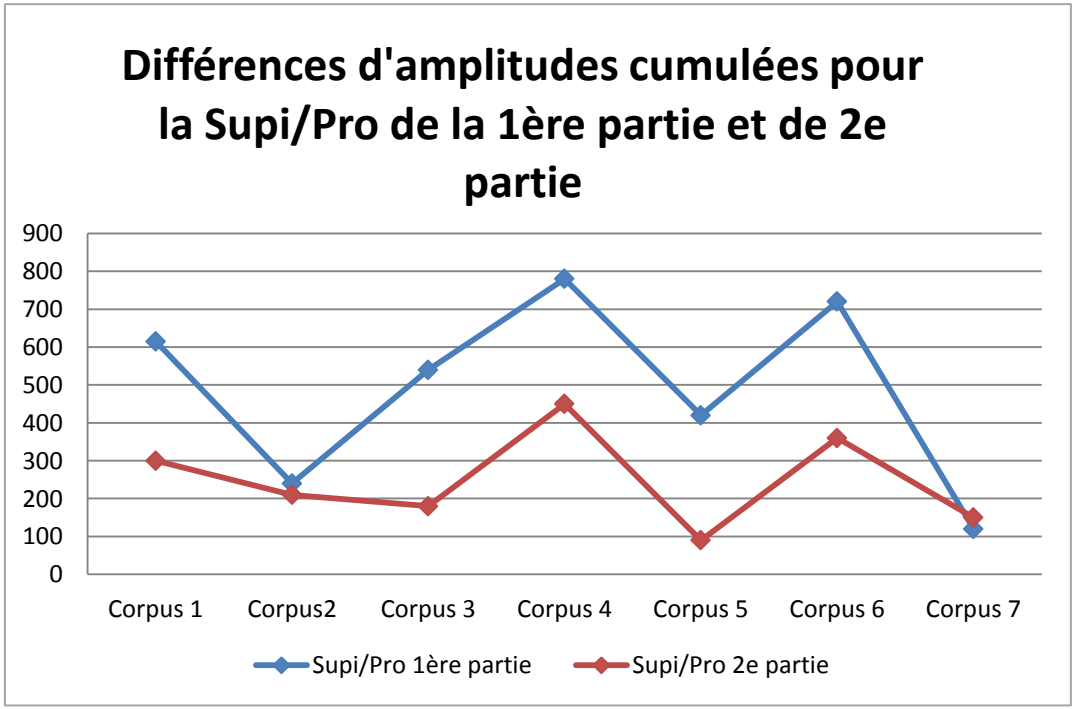
Hypothèses

- Hyp 1. Une adaptation rapide à l'interactant existe même pour des mouvements expressifs
  - Hyp 1.1 Cette adaptation passe par un mimétisme comportemental. l'AV ne présentant pas de pronation/supination, ce degré de liberté voit son amplitude diminuer dans la 2e partie pour l'acteur réel.
  - Hyp 1.2 L'adaptation concerne la mobilité de la main en général : la flexion/extension manuelle diminue également en 2e partie, en l'absence même de contrainte de l'AV
  - Hyp 1.3 la quantité de mouvement est reportée sur les deux segments proximaux : l'avant-bras et le bras, dont l'amplitude cumulée croît en 2e partie.

- Hyp 2. Les gestes mettant en mouvement les segments proximaux (bras et avant-bras) qui relèvent de l'interaction avec autrui sont mis en mouvement pour établir une interaction plus approfondie avec un AV qui ne comprend pas les gestes

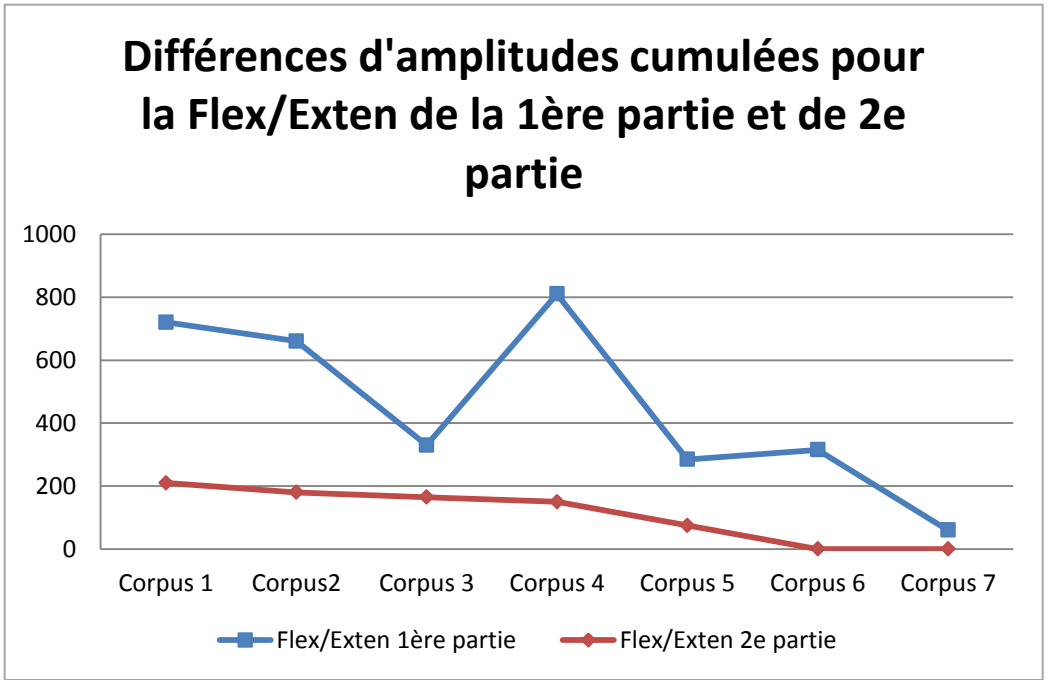
Analyse gestuelle

- Hyp 1.1
  - Diminution cumulée de l'amplitude de la supi/pro entre la 1ère et la 2e partie
  - > La moyenne de la diminution pour les 7 corpus est de -242,1° ; un seul cas d'augmentation (30° cumulés).
  - Hypothèse confirmée



Analyse gestuelle

- Hyp 1.2
  - Diminution de l'amplitude cumulée de la Flex/Exten manuelle entre les parties 1 et 2.
  - > La moyenne de la diminution est de -342,8° ; aucun cas d'augmentation.
  - Hypothèse confirmée



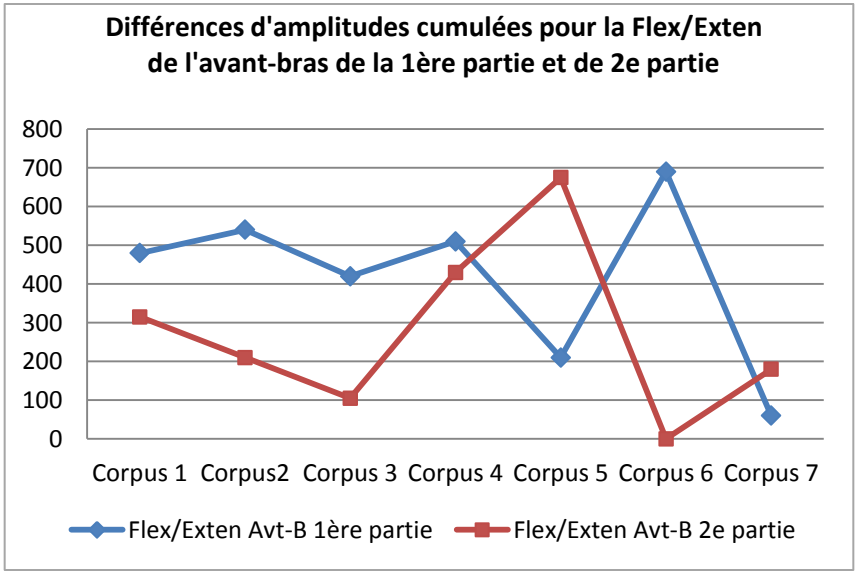
Analyse gestuelle

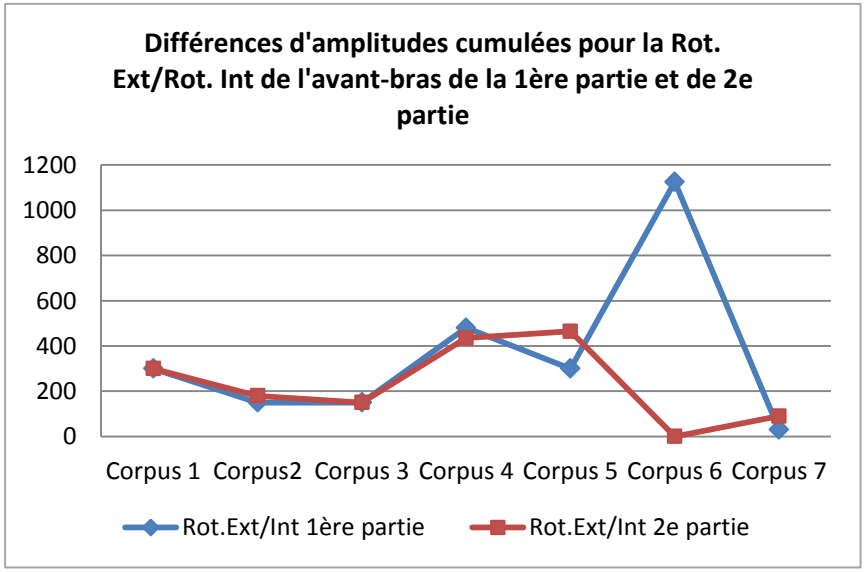
- Hyp 1.3
  - Augmentation de l'amplitude cumulée pour les degrés de liberté du bras et de l'avant-bras. > Hyp 1.3 vérifiée plutôt pour la Rotation

Gradient croissant :

Flex/Exten Avt-B > Rot.Ext/Int > Abd/Add B >Flex/Exten B

-142,14 > **-130,71** > -4,28 > 55,71





Analyse gestuelle

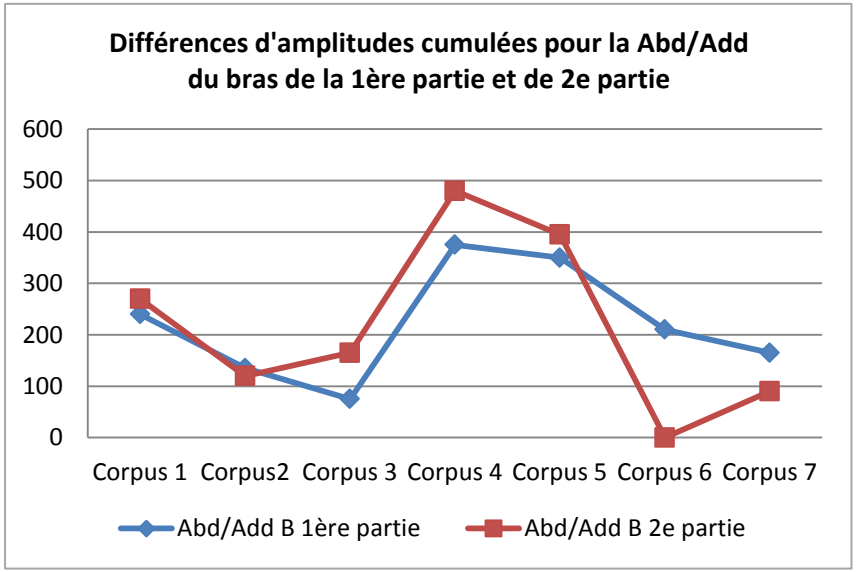
- Hyp 1.3
  - Augmentation de l'amplitude cumulée pour les degrés de liberté du bras et de l'avant-bras. (paradoxe de Codman 1934)

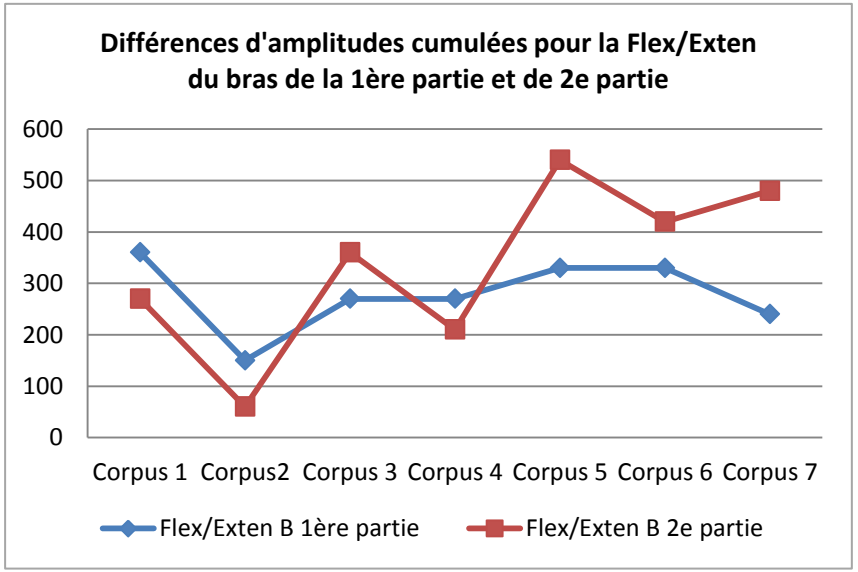
Gradient croissant :

Flex/Exten Avt-B > Rot.Ext/Int > **Abd/Add B >Flex/Exten B**

-142,14 > -130,71 **> -4,28 > 55,71**

Les cas de non augmentation en 2e partie présentent un différentiel moyen de 90.





Analyse gestuelle

- Différentiel croissant des mouvements selon un gradient anatomique croissant vers l'épaule.

Gradient croissant :

Main		Avant-bras		Bras		
Flex/Exten	> Supi/Pro	> Flex/Exten Avt-B	> Rot.Ext/Int	> Abd/Add B	>Flex/Exten B	
-342,85	> -242,14	> -142,14	> -130,71	> -4,28	> 55,71	

Entre la 1ère et la 2e parties, la quantité de mouvement croît en fonction de la répartition des degrés de liberté.

- Supi/Pro, ddl mixte Main et Avant-bras
- Rot.Ext/Int, ddl mixte Avant-bras et Bras

Même des mouvements *a priori* dénués de sens répondent à une tendance marquée de proximalisation.

Cette proximalisation réclamant plus d'énergie, est-elle orientée vers des formes pures ou bien existe-t-il une raison sous-jacente d'ordre interactionnel ?

Analyse gestuelle

- Hyp. 2 Les mouvements proximaux marquent-ils l'interaction avec autrui ?

La différence de position moyenne et la différence d'amplitude moyenne par ddl doivent être au bénéfice du bras ou de l'avant-bras par rapport à ce qui se passe sur la main

Position moyenne Dim. > 20° | Dim. > 3° | Augm.. > 0,3° | Augm.. > 3° | Augm.. > 4° | Augm.. > 10°

Position Moy.	MAIN		AVANT-BRAS		BRAS	
	Pro/Supi	Flex/Exten	Flex/Exten	Rot.Ext/Int	Abd/Add	Flex/Exten
1ère Partie	47,99°	16,16°	56,48°	16,58°	29,08°	47,15°
2e Partie	44,89°	16,39°	26,08°	21,62°	39,32°	50,23°

>> C'est le cas pour la position si on tient compte du ratio moyen de masse entre les segments (Dumas et al 2007) **:**

M_{main}= 23,6% M_{bras} ; $M_{avt\text{-}bras}$ = 64,4% M_{bras},

la différence est au bénéfice du bras pour 11° pour l'abd/add_{Bras} (soit 107%) et de 3° pour la flex/$Exten_{Bras}$ (98%)

Une expression conjointe de la puissance et de la demande est favorisée

Analyse gestuelle

- Hyp. 2 Les mouvements proximaux marquent-ils l'interaction avec autrui ?

La différence d'amplitude moyenne par ddl doit être au bénéfice du bras ou de l'avant-bras par rapport à ce qui se passe sur la main

Amplitude moyenne Dim. > 330° | Dim. > 220° | Dim. > 140° | Dim. > 131° | Augm. > 4° | Augm.. > 50°

Amplitude Moy.	MAIN		AVANT-BRAS		BRAS	
	Pro/Supi	Flex/Exten	Flex/Exten	Rot.Ext/Int	Abd/Add	Flex/Exten
1ère Partie	490°	454°	415°	362°	221°	278°
2e Partie	261°	111°	273°	231°	217°	334°

>> C'est le cas pour l'amplitude. Une expression conjointe de la puissance et de la demande est favorisée

Amplitude Moy. par changement	MAIN		AVANT-BRAS		BRAS	
	Pro/Supi	Flex/Exten	Flex/Exten	Rot.Ext/Int	Abd/Add	Flex/Exten
1ère Partie	64,1°	44,9°	45,4°	40,5°	26,4°	35,4°
2e Partie	45°	23,4°	31°	28,3°	25,7°	51,4°

Dim. >21° | Dim. > 19° | Dim. > 14° | Dim.. > 12° | Dim. > 0,5° | Augm.. > 15°

Conclusion en empathie

- Dépassement du seuil de la simple proximalisation des mouvements
  - Adaptation homogène des acteurs réels aux contraintes de motilité de l'AV, suppose une perception très fine et rapide des possibilités articulatoires de l'AV (Roll 2003, Berthoz & Petit 2006)
  - Glissement brachial plus marqué par des mouvements dont la sémiose porte sur l'interaction avec autrui (demande, puissance, soumission, contrainte épistémique).

    suppose une volonté de continuer l'interaction par ces moyens formels/sémantisés : routine ?

- Quid des rapports entre l'empathie comportementale et le développement psycho-moteur
  - L'unité corps/esprit (Merleau-Ponty 1972). Avant même l'expression d'une empathie, l'imitation orienterait la relation avec l'enfant vers une gestualité relationnelle (Preston & de Waal 2002)

Conclusion en empathie

Empathie/Esthétique

Une gestualité proche de celle de l'enfant, susciterait de l'empathie, et inciterait à un approfondissement de l'interaction,
ce fait n'accompagne-t-il pas l'intention esthétique au cœur de l'installation *Interact* qui veut instaurer un dialogue gestuel improvisé entraînant une résonance motrice et émotionnelle du spectateur ?

Improvisation/Enfance

Le choix *Interact* de mettre en place une situation d'improvisation gestuelle, marquant une volonté de mettre l'accent sur la spontanéité et sur le laisser libre cours à la créativité,
ce choix n'invite-il pas aux retrouvailles avec les jeux gestuels de l'enfance et avec leurs plaisirs ludiques et esthétiques ?

Bibliographie

Batras, Dimitrios, Jean-François Jégo, Judith Guez, et Marie-Hélène Tramus. « A virtual reality agent-based platform for improvisation between real and virtual actors using gestures ». In *Workshop: Avatars and Virtual Bodies*. Laval, France, 2016.

Berthoz, Alain, et Jean-Luc Petit. *Physiologie de l'action et phénoménologie*. Paris: O. Jacob, 2006.

Boutet, Dominique. « 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, nº 42 (30 novembre 2010): 77-96.

———. « Une morphologie de la gestualité : structuration articulaire ». *Cahiers de linguistique analogique, n°5*, Abell, décembre 2008, PP. 80-115.

Bret, Michel, Marie-Hélène Tramus, et Alain Berthoz. « Interacting with an intelligent dancing figure: artistic experiments at the crossroads between art and cognitive science ». *Leonardo* 38, nº 1 (2005): 46-53.

Bulwer, John. *Chirologia: or the naturall language of the hand. Composed of the speaking motions, and discoursing gestures thereof. Whereunto is added Chironomia: or, the art of manuall rhetoricke. Consisting of the naturall expressions, digested by art in the hand, as the chiefest instrument of eloquence.* London: Thomas Harper, 1644.

Calbris, Geneviève, et Jacques Montredon. *Des gestes et des mots pour le dire*. Clé international. Paris: Galisson, Robert, 1986.

Codman, E.A. *The shoulder: rupture of the supraspinatus tendon and other lesions in or about the subacromial bursa*. RE Kreiger, 1984.

Conlin, Kimberly E, Gene R Mirus, Claude Mauk, et Richard P Meier. « The acquisition of first signs: Place, handshape, and movement ». *Language acquisition by eye*, 2000, 51-69.

Darwin, Charles. *The expression of the emotions in man and animals*. Oxford University Press, 1998.

Dumas, R., L. Chèze, et J.-P. Verriest. « Adjustments to McConville et Al. and Young et Al. Body Segment Inertial Parameters ». *Journal of Biomechanics* 40, nº 3 (janvier 2007): 543-53. doi:10.1016/j.jbiomech.2006.02.013.

Holzrichter, Amanda S, et Richard P Meier. « Child-directed signing in American sign language ». *Language acquisition by eye*, 2000, 25-40.

Kapandji, I. A. *Physiologie articulaire. 1, Membre supérieur*. Paris: Maloine, 1997.

Limousin, Fanny, et Marion Blondel. « Prosodie et acquisition de la langue des signes française: acquisition monolingue LSF et bilingue LSF-français ». *Language, Interaction and Acquisition/Langage, Interaction et Acquisition* 1, nº 1 (2010): 82-109.

Meier, Richard P., Claude E. Mauk, Adrianne Cheek, et Christopher J. Moreland. « The Form of Children's Early Signs: Iconic or Motoric Determinants? » *Language Learning and Development* 4, nº 1 (7 janvier 2008): 63-98. doi:10.1080/15475440701377618.

Merleau-Ponty, Maurice. *Phénoménologie de la perception*. Bibliothèque des idées, ISSN 0520-0547. [Paris]: Gallimard, 1972.

Preston, Stephanie D, et Frans BM De Waal. « Empathy: Its ultimate and proximate bases ». *Behavioral and brain sciences* 25, nº 01 (2002): 1-20.

Quintilien, et Jean Cousin. *Institution oratoire. Tome VI, Livre X et XI*. Collection des universités de France. Série latine, ISSN 1275-4226. Paris: les Belles lettres, 2003.

Renna, Ilaria, Sébastien Delacroix, Fanny Catteau, Coralie Vincent, et Dominique Boutet. « Caractérisation des unités gestuelles en vue d'une interaction Humain et avatar ». Rouen, 2014.

Spicer, Joaneath. « The Renaissance Elbow ». *Jan Bremmer and Herman Roodenburg, A Cultural History of Gesture from Antiquity to the Present Day*, 1991.

Streeck, Jürgen. *Gesturecraft: The Manu-Facture of Meaning*. John Benjamins Publishing, 2009.

Thirioux, Berangere, Gerard Jorland, Michel Bret, Marie-Helene Tramus, et Alain Berthoz. « Walking on a line: A motor paradigm using rotation and reflection symmetry to study mental body transformations ». *Brain and cognition* 70, nº 2 (2009): 191-200.