Brassac, Ch., Grégori, N. (2001). Éléments pour une clinique de la conception collaborative, *Actes du dixième atelier Le Travail Humain, Modéliser les activités coopératives de conception*, Paris, 27-28 juin 2001, 73-92.

EMPIRICAL STUDIES
RECHERCHES EMPIRIQUES

UNE ETUDE CLINIQUE D'UNE ACTIVITE COLLABORATIVE : LA CONCEPTION D'UN ARTEFACT

par Ch. BRASSAC et N. GREGORI*

SUMMARY
A CLINICAL APPROACH OF COLLABORATIVE ACTIVITY : THE DESIGN OF A MECHANICAL DEVICE

Based on an approach that incorporates the fundamentally situated and distributed dimensions into the design of a mechanical device, we propose to reflect upon the concurrent organisation of this activity. An analysis of the conversational interaction, whose basic flow is outlined here, brought out two points. Firstly, it became clear that, right from the beginning of the design process, a high priority must be placed on arranging situations where all concerned actors are present and can work together on the product being designed. Secondly, the critical role of the artefacts produced and manipulated in this dynamic design process must not be overlooked. Our claim that there is an urgent need for 'concurrent engineering' is more far-reaching than might appear at first sight. We show this to be true by means of a fine-grained analysis that enabled us to account for the sequence of actions carried out by a group of designers, from the dual standpoint of the language they used and the objects they manipulated.

In this framework, we present a particular work session during which five persons do collaborate to design a mechanical device which should keep planks in position on a machine tool. These actors are engineers who have differentiated competences in the subject. More precisely, we focus on a sequence of drawings and we show that the emerging solution is based on an integration (in both cognitive and social senses) of the points of view and skills of the five actors. Furthermore, we particularly focus on the role of the drawings which are produced during this emergence, since we claim that the study of the collaborative design of a product must take into account the analysis of the so-called intermediary objects *which shape, with the discursive production, the joint cognitive activity of design. For example, we show the role of an gap between a conceptual representation of a solution and a micro-gesture. This gap leads to an irreversibility which results in an important decision in the design process.*

Finally, we claim that this sort of work session analysis and the perspectives it leads to can be the bases of a clinical research program on the activity of collaborative design.

Key words: *Social Psychology of Cognitive Processes, Analysis of Interactions, Clinical Approach of Activity, Intermediary Objects, Collaborative Design.*

INTRODUCTION

Les aspects relatifs à la collaboration sont depuis quelques années un enjeu important dans le domaine de la conception d'artefacts. Conception distribuée, co-conception, conception

* Projet Codisant / Laboratoire de psychologie de l'interaction (GRC), Université Nancy 2, BP 33-97 – 54015 Nancy cedex. E-mail : brassac@univ-nancy2.fr, gregori@univ-nancy2.fr.

participative sont autant de syntagmes utilisés par les uns et les autres pour documenter les questions étudiées en ingénierie concourante (Darses, 1997, Darses & Falzon, 1996) ; questions qui ont peu ou prou à voir avec la dimension collaborative des processus de production d'artefacts. Ce projet d'intégration des aspects collectifs conduit à l'étude des mécanismes interactionnels qui sont au cœur de la dynamique conjointe de conception ainsi considérée. Mieux, nous tenons pour tout à fait importante et nécessaire la mise en place d'une méthode idoine pour l'analyse de ces mécanismes. L'objet de cet article est de proposer une méthode de captation de corpus suivie de l'analyse d'une séance de conception collaborative.

Nous le ferons en proposant une *clinique de l'activité cognitive* (Clot, 1999a ; Brassac, 2002) accomplie par les acteurs d'une situation de conception. Il s'agit pour nous d'analyser une séance où des ingénieurs travaillent en petit groupe pour imaginer un dispositif mécanique. La seule portée de l'analyse est la suivante : tenter de décrire le plus finement possible la dynamique de conception telle qu'elle se déroule dans l'ici et maintenant de la situation. Ce n'est pas le lieu dans cette séance de réfléchir à une question classique d'ergonomie relative à l'aménagement de la machine au vu de l'activité de l'opérateur. Non. Les acteurs qui sont sous nos yeux d'analystes, sont les ingénieurs. Ces ingénieurs déploient une activité cognitive dans un espace-temps donné, celle qui est captée par notre dispositif d'enregistrement. Cette activité est une activité évidemment collaborative. Nous sommes là certainement très proches d'une méthode expérimentale-génétique *à la* Vygotski.

La confrontation à l'activité des ingénieurs concepteurs nous guide vers une situation où des formes sémiotiques de plusieurs types sont mobilisées. Des productions discursives bien sûr, mais aussi des gestes (des mimiques aux regards en passant par les microgestes) ainsi que des représentations graphiques. Les catégories d'analyse qui formeront notre arrière-plan théorique occupent l'ensemble de ce spectre. Autant dire que seront étudiés bien entendu l'enchaînement conversationnel mais aussi la mobilisation des objets et la corporéité. La médiation sémiotique, au sens de Vygotski (1934/1985 ; Clot 1999b), étendue à l'instrument (Rabardel, 1995, 1999) est au centre de notre démarche d'analyse. Cette démarche s'inscrit dans le courant de l'action située (Suchman, 1987, Conein & Jacopin, 1994) et de la cognition distribuée (Hutchins, 1995). Nous nous attacherons particulièrement à la notion d'objet intermédiaire (Jeantet, 1998 ; Vinck, 1999 ; Vinck & Jeantet, 1995). Il s'agit de tous ces objets manipulés dans l'interaction qu'il s'agisse de dessins, d'instruments de traçage ou, plus généralement, de la matérialité ambiante.

La proposition est donc centrée sur une situation classique en psychologie sociale : le travail d'un petit groupe de sujets humains qui ont des décisions à prendre, des idées à produire. L'objet ne sera cependant pas par exemple les effets de polarisation ou le rôle de la tension dans l'efficacité des groupes de travail (Moscovici & Doise, 1992) ou encore les relations entre type de tâche et la production du groupe (Steiner, 1972). Nous proposons plutôt d'approcher les processus cognitifs *en train de se faire* (Bruner, 1991), nous proposons une exploration de type ethnographique de l'activité de conception collaborative. Nous le ferons en essayant d'être aussi précis que possible, tant sur la méthodologie suivie que sur les analyses réalisée. Nous commencerons donc par décrire le projet de conception qui fait l'objet de notre analyse. Ce sera notamment l'occasion de discuter de la mise en situation réalisée ainsi que des moyens d'enregistrement. Par la suite, nous présenterons notre méthodologie d'analyse qui consiste à la fois à repérer dans le corpus des séquences particulières sur lesquelles nous focalisons notre attention et à analyser finement ces séquences. Ces analyses précises font l'objet d'un troisième point qui mènera à la discussion finale.

PROJET "CONCEPTION DISTRIBUEE" : UNE SITUATION DE CONCEPTION COLLABORATIVE

La séance de travail que nous analysons s'est déroulée dans le cadre d'un projet "Conception distribuée"[1] financé par un plan d'action CNRS SPI/SHS sur les systèmes de production qui portait sur la collaboration dans la conception de produits, l'objectif étant d'établir de nouveaux modèles de conception et, finalement, d'imaginer des façons de concevoir autrement. Traditionnellement, les étapes de conception et de fabrication des produits sont considérées séparément, avec peu d'interactions entre les métiers. Or il apparaît de plus en plus que ce manque d'interaction n'est plus

1. Ce projet de recherche (1995-1997) a fait l'objet d'une collaboration entre les laboratoires 3S (UMR 5521, Grenoble), le CRAN (UHP Nancy 1, CNRS / URA 821), le CRISTO (Grenoble, sociologie des organisations), le GRAPCO et le LPI-GRC (Université Nancy 2).

tenable pour la conception des nouveaux produits, en ingénierie concourante notamment (Bocquet, 1998 ; Bossard, 1997 ; Darses, 1997).

I.1. CHOIX DES CONCEPTEURS ET PRODUIT A CONCEVOIR

La séance de conception que nous soumettons à l'analyse s'inscrit dans une suite de situations expérimentales mises en place par des mécaniciens qui s'intéressent aux méthodes de conception dans l'industrie (Garro, 1996 ; Blanco, 1999). L'hypothèse qui guide ce projet est que le produit en conception émerge des interactions à l'intérieur d'un système formé au moins de trois entités (chacune étant composée d'une ou plusieurs personnes) : fonctionnelle, structurelle et de fabrication (voir aussi Darses, 1997 qui reprend ces trois entités minimales). Il s'agit d'observer et de décrire les conditions nécessaires et suffisantes à l'émergence d'une solution dans le cadre d'une expérience de conception mécanique relativement brève. Cette émergence est caractérisée par (i) la construction progressive de la problématique, à partir d'une mise à plat du cahier des charges que chacun doit s'approprier ; (ii) la construction dans l'interaction d'un univers de significations partagées, de références communes ; (iii) la construction conjointe du produit ; et finalement (iv) un processus de prises de décisions distribuées.

C'est sur ce principe que le dispositif socio-technique a été réalisé (*cf.* Figure 1) : deux personnes représentent le module fonctionnel (FON1 et FON2), une représente le module structurel (STR) et deux autres représentent le module de fabrication (FAB1 et FAB2). Les concepteurs, choisis en fonction de leurs compétences dans les modules qu'ils incarnent, sont disposés autour d'une table. Ils disposent d'un nombre important de feuilles A3, format pratique puisqu'il est facilement manipulable tout en étant suffisamment grand pour que les notes, dessins et toute autre marque, puissent être visibles de tous, ainsi que d'un tableau blanc, dont ils ne se sont pas servis. Le produit à concevoir est un dispositif mécanique qui doit permettre la mise en position et le maintien en position de pièces planes en bois sur une machine-outil de l'École nationale supérieure des technologies et industrie du bois (ENSTIB) d'Épinal. Les panneaux de bois qui seront usinés grâce à ce dispositif sont destinés à l'industrie de l'ameublement.

Figure 1. Le dispositif socio-technique.
Figure 1. The socio-technical device.

Un facteur fondamental dans l'émergence du produit est le facteur temps. C'est en effet en rapport au temps que des décisions vont être prises, que des négociations vont avoir lieu et que le groupe social s'affirmera ou non. C'est en tous cas une hypothèse posée par les organisateurs de la réunion de travail, qui les a guidés dans la détermination de la durée de la séance, en l'occurrence six heures, découpées en deux demi-journées de trois heures chacune. Cette durée a été jugée suffisante pour la conception du produit, qui ne demandait pas, dans cette phase de travail au moins, de calculs complexes (Blanco, 1999). L'enregistrement a été réalisé au moyen d'une caméra vidéo classique disposée en bout de table, face à STR.

I.2. LE GROUPE SOCIAL EN PLACE

La situation qui nous intéresse est très exactement une "collective activity *in work*" telle que la dénomme Leplat. Elle répond en effet aux trois critères qu'il énonce et en particulier au troisième d'entre eux qui est relatif à la question du groupe, tel qu'il le définit pour l'occasion : "the group is the set of people who interact in association with the execution of the same task" (Leplat, 1994, p. 211). De fait dans notre cas, *et* la tâche prescrite *et* l'activité effective sont collectives. L'interaction est au cœur du processus qui génère la réalisation de la tâche que nous analysons. C'est l'effectuation concrète de l'histoire interactionnelle qui sera au cœur de notre analyse, en tant qu'elle constitue le groupe de travail.

Une question est alors de savoir si le groupe social en place possède des qualités telles qu'il sera performant ou non sur la tâche à accomplir. La psychologie sociale a réalisé des travaux notoires sur cette question de la productivité des groupes. Steiner (1972) distingue quatre types de tâches. Celles *disjonctives* pour lesquelles la performance du groupe est expliquée par l'activité du membre le plus performant, celles *conjonctives* qui sont expliquées par l'activité du membre le moins performant, celles *additives* pour lesquelles la productivité du groupe dépend de la somme des actions individuelles et, enfin, celles *créatives* pour lesquelles le groupe peut distribuer comme il le souhaite les actions à réaliser sur les individus. C'est ce dernier type de tâche qui semble engagé dans le projet *Conception distribuée*. La situation est en effet constituée d'un nombre restreint de personnes, cinq en l'occurrence, qui fonctionnent dans un réseau tout circuit. La façon dont un groupe réalise une tâche dépend donc des ressources des membres de ce groupe et de leur capacité à les employer. Si cette typologie des tâches est utile pour décrire un groupe de travail, il n'en demeure pas moins, et Steiner l'écrit lui-même, qu'elle n'est qu'un outil de gestion général qui ne permet pas de faire des prédictions ni d'analyser en détail le processus de travail en groupe.

D'autres travaux ont été menés sur la recherche d'informations dans les groupes de travail (Osborn, 1957). On sait en l'occurrence que le risque d'auto-inhibition y est assez fort, ce qui a conduit Osborn à mettre en œuvre une procédure de travail destinée à favoriser la créativité et la résolution de problèmes dans les groupes, plus connue sous le nom de *brainstorming collectif*. Cependant, l'efficacité de cette technique n'est pas toujours avérée, à cause de phénomènes collectifs tels que la baisse de motivation, la difficulté à produire des idées tout en restant à l'écoute des autres, l'incertitude sur sa propre compétence et sur celle des autres ou encore la production de normes collectives qui standardise les performances (voir Michinov, sous presse, pour une revue plus détaillée de ces points).

Mais venons-en au groupe de concepteurs qui nous intéresse. Ainsi que l'on nous l'avons indiqué plus haut, c'est en fonction de leurs compétences dans les registres fonctionnels, structurels et de fabrication qu'ils ont été choisis. Ils ont à peu près le même âge, il y a quatre hommes et une femme (FON2) et ils se connaissent pour avoir déjà travaillé ensemble, parfois sur des situations analogues. Notons encore que deux acteurs (FON1 et STR) sont centraux de cette séance, en termes de *leadership*. L'un (FON1) a une bonne maîtrise du cahier des charges pour l'avoir rédigé ainsi que de l'environnement de la machine-outil sur laquelle le dispositif à concevoir doit être installé puisque c'est son lieu de travail. L'autre (STR) est quant à lui particulièrement motivé pour être l'un des instigateurs de la série d'expériences menées sur le thème de la conception collaborative. Cela se retrouve au niveau de la prise de parole qui concerne la partie de la séance étudiée dans le cadre de cet article, c'est-à-dire l'émergence d'une solution de principe produite au cours des deux premières heures, environ, de la séance.

Tableau 1. Tours de parole des concepteurs au cours des deux premières heures.
Table 1. Designer's turn-taking during the two first hours.

Le tableau 1 indique le nombre de tours de parole réalisés par chacun des concepteurs[2] selon les neuf périodes des deux premières heures, découpage sur lequel nous reviendrons dans la partie d'analyse. Indiquons simplement pour le moment que trois conjectures ont été évoquées dans cette partie, une qui consiste à améliorer la table d'usinage de la machine outil (T), une qui consiste à disposer des "plots" sur cette table (P) et la dernière qui consiste à disposer ces plots sur des rails (R). On se rend nettement compte que FON1 intervient très fréquemment puisque ses tours de parole représentent 49 % à 36 % de l'ensemble, le maximum étant de 50 %, puisque, dans une conversation, on ne peut reprendre la parole qu'après qu'un autre soit intervenu. On s'aperçoit également que la phase d'analyse fonctionnelle est débattue presque exclusivement par FON1 et FON2, ce qui n'est pas une surprise, avec cependant une prise de parole non négligeable de STR (12 % des 105 prises de parole). Cependant, dans l'ensemble, c'est bien FON1 et STR qui interviennent le plus fréquemment, leurs prises de parole accumulées à partir de la troisième période représentant de 86 % (période 3) à 69 % (période 9).

Toutefois, intervenir fréquemment n'est pas nécessairement produire plus ou mieux, nous le verrons lors de la première séquence analysée. Une seule intervention peut en effet être parfois particulièrement décisive. L'analyse quantitative des données verbales est donc certainement un indicateur de certains phénomènes, mais pour ce qui nous intéresse, c'est l'aspect qualitatif des échanges qu'il convient de prendre en compte. On pourrait même ajouter avec Amalberti (1998) que les sciences humaines doivent défendre de telles analyses qualitatives pour faire face à la demande forte d'analyses quantitatives provenant des sciences de l'ingénieur.

Il en ressort que décrire un groupe social n'est jamais chose très facile. Où commencer ? Où s'arrêter ? Comment savoir si tel ou tel paramètre est important ou non ? Notre position, en tant que psychologues qui nous intéressons à la construction, à l'émergence des significations, est généralement de dire que nous nous intéressons exclusivement à ce qui est accompli (au sens ethnométhodologique du terme "accomplir") dans l'interaction. Autrement dit, nous ne cherchons pas nécessairement à savoir qui connaît qui, qui est censé dirigé la séance, qui a des connaissances préalables, etc. Nous faisons l'hypothèse que ces caractères sociaux sont mobilisés dans l'interaction… ou pas. C'est bien entendu leur mobilisation qui nous intéresse. S'il est important de considérer ces paramètres dans la construction de la séance, ils ne se suffisent pas à eux-mêmes. C'est par leurs actions en situation que les acteurs réalisent une arène (Dodier, 1993) ou un genre (Clot, 1999a) de conception collaborative particulière.

UN OUTIL POUR L'ANALYSE DES INTERACTIONS : L'ANALYSE INTERLOCUTOIRE

Dans cet article, nous n'allons pas restituer l'émergence de la solution de principe retenue par les concepteurs. Celle-ci a fait l'objet d'une thèse (Grégori, 1999) qu'il n'est pas question de résumer ici. Nous allons nous attarder sur deux moments-clés du processus de conception au cours desquels on observe une rupture radicale dans la représentation du produit. Mais avant de plonger dans cette analyse, il faut en décrire les fondements méthodologiques de l'analyse que nous appliquons.

I.3. DIALOGISATION DE LA THEORIE DES ACTES DE LANGAGE

L'analyse interlocutoire (Brassac, 1992 ; Ghiglione & Trognon, 1993 ; Trognon & Brassac, 1992) est une extension de la logique illocutoire (Searle & Vanderveken, 1985 ; Vanderveken, 1988), fondée sur les propriétés des actes de langage. Ces actes renvoient directement à la dimension socio-cognitive de l'interlocution par leurs formes même, puisqu'ils sont décrits comme l'application d'une force illocutoire, qui définit un type d'action, par exemple demander, affirmer, sur un contenu propositionnel (une cognition). Ainsi, lorsque j'affirme que *"les flexibles sont solides"*, j'accomplis plusieurs actions. Bien sûr, je décris un état du monde tel que je crois qu'il est, mais avec un niveau de croyance (des conditions de sincérité, en termes techniques) peut-être

2. FAB2 ne figure pas au tableau 1. Il est arrivé en cours de séance, après 1h40 environ.

moindre que si j'avais dit *"vraiment, je t'assure que les flexibles sont solides"*. De même, lorsque je demande à un collaborateur *"pourquoi tu tiens à monter le plot en latéral ?"*, j'applique sur le contenu propositionnel une force de requête, présupposant que mon collaborateur tient effectivement à monter le plot en latéral, qu'il a des raisons pour cela, lui enjoignant de me les donner et me plaçant dans une position de subordonné ou de subordonnant selon qu'il s'agit d'une demande ou d'un ordre et donc selon que l'alternative est pour lui d'accepter / refuser ma demande ou d'obéir / désobéir à mon ordre.

Il existe cinq types d'actes : les assertifs (descriptions du monde), les directifs (demandes et ordres), les commissifs (engagements du locuteur à réaliser une action future), les déclaratifs (instaurations d'un nouvel état par le fait d'énoncer quelque chose, par exemple *"je déclare la séance ouverte", "je te baptise"*) et les expressifs (expressions d'états mentaux). Ces actes possèdent des conditions de réussite et de satisfaction décrites par Searle et Vanderveken (1985) et Vanderveken (1988), liées par la règle selon laquelle tous les directifs et tous les commissifs, c'est-à-dire tous les actes qui appellent un comportement futur, lorsqu'ils sont satisfaits sont, *ipso facto*, réussis sans défauts. En effet, lorsque j'obéis à un ordre ou que je tiens une promesse, l'acte que je satisfais, l'ordre ou la promesse, ne peut pas ne pas avoir été accompli avec succès, puisque c'est à cet acte que je réponds.

La dialogisation qui fonde l'analyse interlocutoire est une extension de cette règle pour tous les types d'actes (Trognon & Brassac, 1992), ce qui correspond à un basculement d'une théorisation sémantique des actions langagières vers une théorisation *pragmatique* de la conversation. L'analyse des interactions est dès lors tout autre : ce ne sont pas les qualités intrinsèques des actes qui en forment le cœur, mais le sens processuellement construit, et toujours négociable, par les interlocuteurs. A un acte donné, plusieurs réactions sont possibles, plus ou moins attendues par le locuteur. C'est l'aspect *imprévisible* des conversations. A chaque nouvelle intervention, la conversation prend forme et les interactants, par un jeu de validations mutuelles, réciproques, donnent du sens à leurs échanges. C'est l'aspect *constructible* des conversations.

La satisfaction des actes de langage se fait donc rétroactivement, et par défaut (le sens est toujours constructible, négociable). Lorsque nous conversons, nous produisons des actes de langage qui forment des unités monologales appelées interventions (I), lesquelles forment des unités dialogales appelées échanges (E). Au niveau le plus subordonnant, ces structures donnent lieu à des transactions. C'est pour rendre compte de cela que l'École de Genève (Roulet *et al.*, 1985) a créé l'analyse hiérarchique et fonctionnelle. Nous reprenons cet outil en y appliquant les fondements de l'analyse interlocutoire. Alors que dans le modèle initial, c'est essentiellement sur les propriétés des connecteurs que les analystes se fondent pour construire l'arborescence, c'est, pour ce qui nous concerne, sur les enchaînements conversationnels que nous nous appuyons. Voyons cela avec un exemple, extrait de la première séquence analysée plus bas.

Figure 2. Évolution de la structure hiérarchique et fonctionnelle de l'extrait 1.

Figure 2. Evolution of the hierarchical and functional structure of extract 1.

Le premier tour de parole (17), réalisé par STR, constitue une intervention composée de trois actes de langage, constituant chacun une intervention (17a-b-c). On retrouve cela aux temps 1 et 2 (Figure 2). Mais ces interventions nouent des relations hiérarchiques entre elles. En fait, 17b et 17c justifient 17a. STR ne fait pas que dire que FAB1 a raison, il motive cette assertion. C'est pour cela que les interventions 17b et 17c se trouvent subordonnées à celle, directrice, 17a. Dans la suite de l'interaction, FON1 réagit à ce que STR vient de dire. Il demande une précision (18) à laquelle STR répond (19) (Temps 3). Ces deux interventions forment un échange de type question / réponse (E[18-19]) qui, parce qu'il constitue une demande sur la bonne compréhension de ce qui vient d'être dit, se trouve subordonné à 17c. En d'autres termes, cet accord local joue sur la réussite de 17c. Au temps 4, FON1 prend de nouveau la parole (20), il produit donc une intervention composée de deux actes. D'abord il acquiesce à la proposition de STR (20a). Un échange est donc réalisé entre 17b-c et cet acte. Ensuite (20b), il produit un contre-argument à cette proposition. La structure de l'interaction est donc, à ce moment, telle qu'une assertion directrice a été réalisée par STR (17a), mais dont la justification fait l'objet d'un débat entre STR et FON1. L'arborescence qui apparaît au temps 4 rend compte de cela.

Ces constructions ont plusieurs intérêts. Elles permettent de hiérarchiser les actes de langage entre eux et donc fournissent un outil pour décomposer un corpus en séquences et sous-séquences. Elles rendent également compte de l'argumentation des interactants et illustrent la dynamique de

la conversation. Elles facilitent donc la compréhension de l'analyse. Enfin, mais ce n'est pas notre objectif ici, elles fournissent parfois un modèle pour l'implémentation (Saint-Dizier, 1997 ; Vivier, 1996).

I.4. UN DOUBLE EMPRUNT : ANALYSE DU DISCOURS ET ANALYSE CONVERSATIONNELLE

En réalité, nos travaux subissent une double influence. L'analyse des conversations que nous réalisons est certes fondée sur les propriétés des actes de langage, mais également sur les principes de l'ethnométhodologie (voir de Fornel, Ogien, & Quéré (2001) pour une revue récente des travaux de cette discipline) qui est la science des raisonnements et procédures mis en œuvre dans les activités quotidiennes au cours desquelles les membres comprennent "spontanément" les actions des autres membres. En même temps que l'on dit des choses, on dit comment on les dit, dans quel contexte on les dit. Nos actions sont des documents qui décrivent une certaine réalité sociale en même temps qu'ils la constituent. Pour le dire autrement, nous n'interprétons pas le langage comme une suite de sons ou de gestes. Nous supposons que ces sons et gestes renvoient à une certaine intentionnalité, nous cherchons à comprendre ce qu'ils veulent dire, ce qu'ils veulent nous faire faire. Ces actions prennent du sens dans un arrière-fond social et culturel, et c'est cela qui nous permet de comprendre le sens de nos interactions avec l'autre, le sens littéral étant trop pauvre pour nous renseigner aussi complètement. Nous utilisons le contexte, les ressources de l'environnement pour comprendre les actions observées. Ce faisant, c'est le cadre de nos interprétations que nous redéfinissons sans cesse. C'est pourquoi l'ethnométhodologie s'intéresse aux pratiques en actes, en enregistrant en situation les données documentaires, pour en faire ressortir les procédures naturelles, ce que nous faisons en recourant à la catégorie *acte de langage*.

ANALYSE D'UNE RUPTURE DANS LA REPRESENTATION DU PRODUIT EN CONCEPTION

Passons à présent à l'analyse de deux séquences qui mettent l'accent sur le rôle des perturbations humaines et artefactuelles dans la conception du produit. Cette présentation permet de rendre compte des analyses que nous menons, des points qui nous semblent déterminants de cette situation de conception et des problèmes méthodologiques que nous devrons interroger dans la suite de nos travaux.

I.5. CONTEXTE DES SEQUENCES ANALYSEES

Pour commencer, décrivons la séance de conception dans son ensemble. On peut la scinder en trois temps principaux. Le premier relève d'une appropriation du problème et dure environ quarante minutes durant lesquelles les concepteurs définissent leur objectif de travail, tentent de cerner grossièrement le type de produit qu'ils doivent concevoir. C'est d'abord FON1, en tant que rédacteur du cahier des charges, qui a présenté la tâche à accomplir à ses partenaires (période 1 du tableau 1), avant qu'une analyse fonctionnelle soit réalisée, sous la forme d'un diagramme pieuvre (période 2).

Figure 3. La solution technique.

Figure 3. The technological solution.

Par la suite, ils accomplissent un processus de décision sur une solution qui dure jusqu'à la fin de la deuxième heure environ. Vers la 55^{e} minute, un tableau synthétisant trois conjectures est produit (périodes 3 et 4). Il s'agit soit d'améliorer la table d'usinage existante pour en faire un système de mise en position et de maintien des planches en bois, soit d'inventer un système composé de plots mobiles, soit de contraindre ce dernier système en disposant les plots sur des rails. Ce sont essentiellement les deux premières conjectures qui retiennent l'attention des concepteurs (périodes 5 à 9). En effet, améliorer la table existante a l'avantage de poser moins de problème de mise en position des pièces, mais cette solution n'est pas très flexible, par rapport aux changements de séries, tandis que réaliser un système à base de "plots" qui pourront être disposés *"n'importe où"*, selon les dires de STR, permet des changements de séries plus souples, mais pose cependant des problèmes de mise en position des pièces à usiner. Le choix du groupe semble plutôt orienté vers la conjecture "plots", mais rien n'est vraiment décidé, à cause, notamment, de ce problème de mise

en références des pièces sur la machine. Il faut donc trouver une solution qui permette d'harmoniser ces deux contraintes. Plusieurs productions graphiques sont réalisées durant ce temps, parmi lesquelles celles qui correspondent à la définition technique (Figure 3), fruste certes, de la conjecture qui sera développée. Enfin, le troisième temps est consacré au calcul des paramètres de la solution retenue, ce qui mène au terme des six heures[3].

I.6. UNE PERTURBATION SOCIO-COGNITIVE DANS LA CONCEPTION DU PRODUIT

I.6.A. Présentation de la première séquence

La première séquence débute après 1 heure 45 de travail. Le groupe travaille sur une solution acceptable pour répondre à la commande. Cela le mobilise durant quinze minutes environ, au cours desquelles STR produit une série de dessins techniques sur une feuille A3 que nous avons appelée "objet 8" (voir Blanco, 1999 ; Grégori, 1999 ; Grégori & Brassac, 2000), car c'est le huitième objet produit par le groupe (Figure 4). Ces dessins techniques sont très intéressants. Non seulement parce qu'ils contiennent la solution technique qui sera finalement retenue par le groupe, mais aussi parce qu'ils matérialisent le processus de conception lui-même.

Figure 4. Objet 8 : Série de dessins techniques dans leur ordre chronologique de création (8a à 8h).

Figure 4. Object n° 8 : Series of technical drawings in their chronological order of appearance (8a to 8h).

Ce sont deux moments particuliers de ce processus que nous allons étudier maintenant en observant à la fois les dires et les faires. Une contrainte est centrale dans ce travail que les concepteurs essaient de satisfaire : "il faut séparer les commandes d'aspiration (du système sur la table et de la pièce sur le système) pour que l'ensemble système / pièce soit référencé sur la table" (contrainte a). Cette contrainte est le résultat d'un travail d'intercompréhension décrit dans (Grégori & Brassac, 2000). Elle aboutit, là où nous commençons l'analyse, au dessin 8c qui correspond à une proposition de STR pour satisfaire la contrainte a. Cette solution n'est pas validée, car elle pose un problème de mise en position des pièces. Au moment où cette séquence débute, STR n'a pas dessiné le flexible d'aspiration.

I.6.B. Mise en cause d'une "boîte noire" par un argument centré sur l'utilisation

Dans cette séquence, nous allons nous concentrer sur la prise en compte d'un argument non technique dans la séance de conception. Ce n'est pas tellement parce qu'il est "non technique", au sens de non centré sur la technique que cet argument est intéressant, mais parce qu'il met en cause un présupposé technique qui n'a pas été interrogé jusque-là par le groupe de concepteur, ce que nous appelons une "boîte noire" en référence à Latour (1989). Ce type de "perturbation" est selon nous fondamental dans les processus de conception. Après l'examen de cette perturbation socio-cognitive, nous analyserons une perturbation instrumentale, créée par un dessin.

Lorsque FAB1 intervient en 01, la conjecture "plot" (P) est celle qui est en discussion. Cette suggestion de FAB1 relève d'une contre-position centrée sur l'utilisation qui sera finalement retenue dans le dispositif final. Elle est d'autant plus importante qu'elle porte sur une caractéristique technique, le fait que l'aspiration parvienne aux plots au moyen de flexibles, qui n'a fait l'objet d'aucune discussion et qui fonctionne comme un fait implicitement admis et partagé, comme une boîte noire. Ce présupposé est d'ailleurs "représenté" dans le dessin 8c puisque STR n'y a pas figuré le flexible d'aspiration au moment où FAB1 intervient. C'est seulement à la suite de cette intervention que STR matérialise le flexible (02). Cette matérialisation s'accompagne d'un début de justification, qui tend à montrer que STR a de bonnes raisons de recourir à des flexibles, laquelle est interrompue d'abord par l'activité de dessin de STR, puis par FAB1 (03) qui renvoie au contexte d'utilisation en atelier du dispositif à concevoir. C'est cet argument centré sur l'utilisation qui justifie l'intervention de FAB1 en 01 et qui fait que la question 01 est en fait une suggestion qui met en cause la technique d'aspiration envisagée jusque-là. Cet échange entre FAB1 et STR (E[01-02]) est alors à l'origine d'une discussion sur la pertinence du recours aux flexibles d'aspiration et permet de poser les fondements de la suggestion de FAB1.

---

3. Blanco (1999) produit un découpage analogie de la séance, non pas en analysant le discours mais en observant les formes des dessins et objets produits en situation.

Tableau 2. Discours, structure et croquis de la première séquence[4].
Table 2. Discourse, structure and sketches of the first sequence.

Si l'intervention 01 était plutôt située dans le registre structurel, l'intervention 03 réfère, quant à elle, pleinement à l'expertise de fabrication, comme l'atteste la référence à l'environnement de l'atelier. On assiste ici à une "remontée" de l'expertise fabrication dans le processus de conception, ce qui confirme la position de Darses (1997) quant à la concomitance des points de vue fonctionnel, structurel et de production au long du processus de concrétisation des solutions. Selon FAB1, donc, l'utilisation de tuyaux flexibles risque de poser problème en atelier et il demande à ses partenaires de se prononcer sur ce point (03). Les arguments développés en réponse par FON1 (04) et STR (06) selon lequel les tuyaux sont relativement courts et solides relèvent, quant à eux, du registre technique et non pas d'utilisation. C'est sur ce terrain technique que FAB1 poursuit le débat (07). Celui-ci, en effet, s'oppose aux arguments de STR et de FON1. La variation sur le lieu de piquage, qui est une caractéristique de la conjecture P que FAB1 rappelle et que STR accepte (08), implique que les flexibles soient relativement souples, l'implicature étant que cette caractéristique des flexibles s'oppose à celle de solidité mise en avant par STR et par FON1. En outre, FON2 ajoute que la flexibilité du système, là encore une caractéristique de la conjecture P, qui se traduit par la capacité à le démonter fréquemment s'oppose elle aussi à la solidité des flexibles (09), ce que FON1 valide (10).

La boîte noire technique est donc ouverte, par un argument centré sur l'utilisation du dispositif à concevoir en atelier. Et c'est en satisfaisant cette contrainte d'utilisation (et non une contrainte "technique") que la résolution du problème de conception va émerger. Ajoutons que la proposition de FAB1 pose doublement problème. Il faut, d'une part, éviter d'utiliser des tuyaux flexibles sur la table d'usinage et il faut, d'autre part, remarquer que faire parvenir l'aspiration par *"en dessous"* (locution utilisée par FAB1) plutôt qu'en latéral a pour effet de réduire les degrés de liberté. En effet, l'utilisation de tuyaux flexibles permettait de disposer librement le plot dans un certain périmètre autour du lieu de piquage. Or si l'arrivée d'aspiration se fait par *"en dessous"*, alors cette variation est perdue. C'est ce que FON1 conclut (14), avec l'assentiment de STR (15).

I.6.C. Abandon d'une contrainte

Dans la suite de la séquence, la suggestion centrée sur l'utilisation de FAB1 est véritablement intégrée dans la conception du dispositif mécanique. L'état de la conjecture P à la suite de cette interaction est proche de la solution de principe finalement retenue (Figure 3). Sur les trois éléments qui la composent, deux sont décrits ici (objets 8e, incomplètement, et 8f). C'est STR (17) qui initie cette intégration (i) en affirmant que FAB1 a raison (17a), ce qui apparaît dans la représentation hiérarchique et fonctionnelle du tableau 2 comme le deuxième constituant de l'échange (E1) entre la proposition initiale de FAB1 (I2) et la satisfaction de cette proposition par STR (I2'), (ii) en matérialisant (17b) cette suggestion sous la forme d'un nouveau dessin (objet 8e), (iii) en évaluant la satisfaction de cette suggestion : *"ça nous simplifie en plus notre solution"* (17c). Comme il n'y a pas de traces verbales permettant de qualifier cette "simplification", il faut saisir ce que l'objet 8e en "dit". Observons-le donc.

Il s'agit d'une vue en coupe du plot même si les hachures signifiant cette coupe ne sont pas dessinées. La prise d'aspiration rapide se fait effectivement par *"en dessous"*, comme l'a signalé STR, reprenant la proposition de FAB1. C'est en cela que l'objet 8e satisfait la suggestion de FAB1. Ce dessin est un espace de médiation des cognitions au même titre que le langage. C'est là une remarque à la fois très meyersonienne et très vygotskienne (Brassac, 2001, sous presse). La simplification de la conjecture P (objet 8c) réside alors dans le fait que le plot est piqué dans un trou d'aspiration de la table et que, lorsque l'aspiration est mise en route, la pièce qui se trouve sur le plot est aspirée en même temps que le plot lui-même. La pièce est donc maintenue en position à la fois sur le plot et sur la table. C'est comme s'il n'y avait plus qu'une seule liaison "pièce / table".

---

4. Les conventions de transcription que nous adoptons sont les suivantes : // en fin de discours indique une coupure de parole, symbole repris en début de discours de la personne ayant coupé la parole ; [texte] indique des chevauchements de parole ; : marque un allongement vocalique de la syllabe ; (.) marque une pause brève (environ une seconde) dans le discours ; [...] marque une coupure dans la transcription du corpus.
Les tours de parole sont restitués en actes de langage pour les besoins de la structuration hiérarchique et fonctionnelle. Par exemple, le tour de parole 24 de STR est en fait composé de deux actes : 24a et 24b.

En satisfaisant la suggestion initiale de FAB1 (01), STR résout donc le problème des flexibles sur la table puisque ceux-ci sont éliminés. C'est en cela que "FAB1 a raison", comme le souligne STR (17a). Et c'est bien tout le système qui est "simplifié" car (i) cette prise d'aspiration par *"en dessous"* permet de centrer le plot dans la table, ce qui l'empêche de bouger ; (ii) comme la liaison plot / table ne pose plus problème (pour ce qui concerne l'aspiration), il n'est plus besoin de concevoir un système de séparation des commandes d'aspiration du type de celui proposé par l'objet 8c. Or, jusqu'à présent, le dispositif à concevoir devait satisfaire la contrainte a, définie par la relation suivante : " pour que l'ensemble "plots / pièce" ne bouge pas lors de l'aspiration, il faut, pour mettre les pièces en références, que les commandes d'aspiration du plot sur la table et de la pièce sur le plot soient séparées ". Cette relation est désormais obsolète puisque les plots sont directement fixés dans la table. La contrainte a n'a, par conséquent, plus à être satisfaite. Le système à concevoir ayant "perdu" une contrainte, il est bien simplifié à la fois du point de vue conceptuel et du point de vue mécanique. Notons que cette transformation des plots affecte également les butées (objet 8f), ce que FON1 n'a pas immédiatement perçu (E[I[20-21]-I[22-24b]]).

I.6.D. Intégration des points de vue et transformation de la représentation du dispositif en conception

Au cours de cette séquence, le point important est donc la conception d'un nouveau type de plots et de butées, le tout formant le dispositif en conception. Malgré l'évolution subie, celui-ci relève toujours de la conjecture P, à base de plots mobiles. La dernière modification réalisée est cependant fondamentale puisqu'elle permet à la fois de satisfaire une requête d'utilisation énoncée par FAB1 (ne pas encombrer l'espace de la machine-outil avec des flexibles) et de supprimer une contrainte sur laquelle le groupe a planché durant de longues minutes sans concevoir de solution véritablement satisfaisante.

Plutôt que d'amélioration, nous préférons parler de transformation du dispositif en conception, celle-ci étant due à la perturbation socio-cognitive réalisée, pas nécessairement de façon consciente d'ailleurs, par FAB1. C'est en effet l'ensemble des fonctions et contraintes du dispositif qui est affecté. L'objet 8e est donc un bel exemple d'une cognition distribuée et située, dans le cadre conception collaborative. Comme souvent, et pas seulement dans les situations de conception, l'ouverture de boîtes noires produit des effets inattendus. Nous insistons sur le fait que l'objectif de FAB1 en 01 n'est certainement pas de provoquer un tel bouleversement, ni même de "simplifier" la solution selon les termes de STR. Il est plutôt d'attirer l'attention des partenaires sur le problème de manipulation du dispositif par des opérateurs. Il se trouve que cette remarque centrée sur l'utilisation du dispositif par des opérateurs est centrale dans le processus de conception, sans que personne, à ce moment du moins, n'en ait conscience. C'est parce qu'elle est mobilisée comme telle dans la suite de l'interaction que la suggestion initiale de FAB1 "perturbe" le processus de conception.

L'intégration des points de vue réalisée au cours de cette séquence est double. Elle s'accomplit dans le caractère "simplifié" que revêt désormais la conjecture. Ce qui signifie que la mobilisation d'un argument non technique a eu des effets techniques, justement. Elle s'accomplit également dans le fait que c'est à présent STR, bien plus que FAB1 en fait, qui défend le mieux cette évolution de la conjecture "plots" face à FON1 notamment. C'est là un effet indiscutable de l'interaction dans cette conception collaborative et c'est une manifestation tout à fait exemplaire de ce que nous nommons "intégration" des points de vue, des compétences, etc. Il ne s'agit pas dire que les uns et les autres ont des avis qu'ils expriment et dont on tient plus ou moins compte. Il s'agit de dire que les participants sont acteurs de la conception, qu'ils n'échangent pas des "idées", mais que celles-ci émergent dans l'interaction du fait d'une certaine tension cognitive et sociale entre eux. Ni FAB1, ni STR, ni FON1 n'ont apporté l'idée qu'un plot de type 8e serait plus efficace qu'un plot de type 8c. Même si STR affirme que FAB1 *"a raison"*. Le plot de type 8e s'avère plus efficace parce qu'il exprime, qu'il intègre des points de vue à la fois fonctionnel, structurel et de fabrication.

Ajoutons encore que l'analyse qualitative que nous venons de mener illustre particulièrement le point de vue selon lequel les analyses quantitatives ne peuvent être suffisantes pour comprendre la dynamique du phénomène que nous suivons. Si l'on se réfère au tableau 1, on s'aperçoit que FAB1 n'intervient pas tellement, bien moins que FON1 et STR en tous cas. Or, même s'il intervient peu, nous venons de voir qu'une seule de ses interventions a un impact fondamental dans le processus

de conception. L'analyse qualitative permet donc de comprendre comment, d'un point de vue cognitif, la solution émerge par "sauts". D'un point de vue social, on peut encore remarquer que FAB1 joue un rôle de médiateur entre les deux leaders que sont FON1 et STR, car son intervention intervient à la suite d'une incompréhension entre FON1 et STR aboutissant à une difficulté à proposer des solutions satisfaisantes pour résoudre leur problème.

I.7. UNE PERTURBATION INSTRUMENTALE DANS LA CONCEPTION DU PRODUIT

Nous allons maintenant étudier la deuxième séquence, au cours de laquelle la solution de principe est définitivement établie. L'intérêt est de montrer l'importance du graphisme dans les problèmes de conception collaborative. Une minute trente environ sépare la fin de l'extrait précédant de celui-ci. Dans cet intervalle, la question des efforts d'usinage que le dispositif devra soutenir, soulevée par FAB1, est en débat. C'est dans ce cadre que STR initie la deuxième séquence.

I.7.A. Révision d'une cognition par observation d'un écart entre le dire et le faire

Le problème posé à ce moment de la séance de travail (Tableau 3) est celui des efforts de coupe que le système doit encaisser. Il n'est pas question d'utiliser un seul plot par pièce, il faut au contraire en utiliser plusieurs. C'est exactement le sens de l'intervention de STR (26)[5]. Il propose en effet de déterminer la taille des plots de telle sorte que l'on puisse les disposer côte à côte (objet 8g). Cet objet est un peu particulier dans la série des objets 8. C'est en effet le seul qui ne soit pas un dessin de définition, de type technique, mais une représentation externe des plots, vue de dessus, dans leur environnement constitué par la table d'usinage. Il est intéressant de voir comment STR les représente.

Tableau 3. Discours, structure et croquis de la deuxième séquence.
Table 3. Discourse, structure and sketches of the second sequence.

Un regard rapide sur la séquence montre que l'état auquel STR veut parvenir est le suivant : *"être capable de mettre un plot côte à côte avec un autre"* (27b). Et pour que cet état soit satisfait, il faut que les plots soient *"suffisamment gros"*. C'est sur la satisfaction de cette proposition, dans laquelle l'objet 8g joue un rôle central, que nous portons notre intérêt. En effet, pour l'illustrer, STR produit un nouveau dessin (objet 8g, Figure 8) qui représente des plots, vus de dessus, sur la matrice de la table. Notons que cette représentation graphique valide à nouveau le choix réalisé au cours de la séquence précédente. En effet, la référence à la matrice ainsi que la position centrée des plots (voir le point noir situé au centre de chaque plot) aux intersections de cette matrice, là où se trouvent les arrivées d'aspiration, indiquent que le choix d'une aspiration par *"en dessous"* est présupposé. Dans les termes de l'analyse interlocutoire, il s'agit d'une condition préparatoire à la réussite de l'intervention 26a, elle-même préparatoire à l'intervention 27b. Continuons. En 26c, STR projette sur papier la représentation qu'il a de la forme externe des plots. Or, cette forme que STR donne spontanément aux plots en vue de dessus est un cercle. Les plots seraient donc cylindriques. Cela correspond d'ailleurs à un geste que STR avait déjà réalisé plus tôt dans la séance lorsque, évoquant les plots avec FON1, il avait formé un cylindre avec sa main. Cette forme s'accorde-t-elle avec le dire de STR en 27b ? Certes non, car il n'est pas possible de *"mettre côte à côte"* des objets cylindriques. C'est ce que signifie la rectification que fait STR en 26d lorsqu'il précise *"ou un carré quoi"*.

L'objet 8g est central dans cette rectification de STR. C'est en effet de la confrontation entre son faire, c'est-à-dire la représentation spontanée projetée sur papier qu'il a des plots, et son dire en 27b qu'émerge véritablement la nécessité que les plots soient parallélépipédiques. C'est dans l'impossibilité géométrique qu'il y a de faire coïncider côte à côte deux formes représentant des cylindres que se structure effectivement une nouvelle représentation des plots. C'est comme si l'objet 8g signifiait à STR que sa cognition à propos des plots doit être révisée pour satisfaire ses dires. C'est la raison pour laquelle nous nous autorisons, de façon peu conventionnelle certes, à faire figurer l'objet 8g comme "intervenant" dans l'interaction, ce qui forme un échange entre

5. Par commodité de lecture, nous numérotons les interventions de cette séquence en poursuivant la numérotation faite dans la première séquence.

celui-ci et STR (E[Objet 8g - 26d]). C'est la fonction médiatrice des objets intermédiaires qui est affirmée ici. C'est en effet une médiation entre STR et lui-même *via* la projection dans le monde d'une représentation qui a lieu. Il y a là une véritable dialectique entre ce qui est produit et ce qui est pensé, ce qui renvoie à Meyerson (1987, p. 76) lorsqu'il écrit que "l'œuvre crée l'esprit en même temps qu'elle l'exprime".

I.7.B. Effet de la révision : un modèle heuristique de solution

STR valide ensuite cette nouvelle représentation de la forme des plots en dessinant des carrés au lieu de ronds sur la feuille. En répondant au problème d'efforts de coupe soulevé par FAB1, STR potentialise les possibilités de l'existant. En disposant plusieurs plots côte à côte, il augmente la surface d'appui et, donc, il utilise au mieux les ressources de la table. C'est un pas supplémentaire qui est réalisé dans la deuxième partie de cette séquence, qui va véritablement satisfaire toutes les fonctions et contraintes formulées.

Lors de la première séquence, nous avons vu que la prise d'aspiration par *"en dessous"* réduisait les degrés de liberté sur la mobilité du système. C'est ce qu'avançait FON1. Et nous avons dit que ce problème n'avait pas encore été résolu. Nous avons également soutenu que la conception de l'objet 8e (et 8f) ne relevait pas vraiment d'un processus d'amélioration, mais plutôt d'un changement radical de représentation des possibilités de ce système. C'est cet ensemble de choses que STR "découvre" en 29a, confusément à notre avis, et qu'exprime son attitude[6]. C'est un véritable *Eurêka* qu'il exprime. En effet, STR décrit maintenant un nouveau système, composé de trois éléments : les plots représentés par l'objet 8e, les butées représentées par l'objet 8f et *"un troisième type qui est un type qui vient se connecter là-dessus"*, c'est-à-dire sur le premier type de plots.

Après un court échange avec STR (E[30-33a]), FON1 valide la conjecture actuellement développée en tant que solution satisfaisante. Cela signifie que le troisième type de plots (non figuré par STR à ce moment précis) satisfait une "façon d'agrandir" que ne satisfaisait pas 8g. Il y a là quelque chose que FON1 a dû comprendre puisqu'il valide la solution proposée par STR. Observons l'évolution des objets 8g et 8e et la production de l'objet 8h (Figure 9). Ces dessins expriment les deux parties de la réponse que STR fournit à FON1 en 31 et en 33b. Ils sont produits quelques minutes après cette deuxième séquence et permettent de comprendre le fonctionnement du troisième type de plots. L'objet 8h est réalisé par STR durant un peu moins d'une minute (entre 1h57'15" et 1h58'02"), pendant une discussion entre FON1 et FAB1. Il montre que les plots pourront être disposés un peu comme des *Lego*, ce qui permettra d'obtenir des formes relativement complexes.

Si l'on considère l'objet 8h complété, on observe que le type de plots représenté satisfait effectivement l'assertion 31, c'est-à-dire que cela permet d'agrandir le système. Mais on observe aussi que ce qui distingue les plots de type 8h de ceux de type 8e, c'est que les premiers ne disposent pas de prise d'aspiration sur la table, donc qu'ils ne sont pas centrés sur la table. C'est cela qui donne véritablement du sens à l'intervention 29b, *"un troisième type de plots qui est un type qui vient se connecter là-dessus en latéral"*, où la connexion en latéral sur le plot voisin implique la non connexion sur la table. Cela explique également la conclusion 33b, puisque les plots de type 8h ne nécessitent pas de trous d'aspiration. Cette conclusion est parfaitement illustrée par le complément apporté à l'objet 8h (la forme en haut à droite) qui représente un plot de type 8e piqué dans la table auquel sont accolés deux plots de type 8h, libres de tout piquage.

Figure 9. Objets 8g et 8e complétés et objet 8h (accolé à l'objet 8e).

Figure 9. Completed objects 8g and 8e, and object 8h (coupled with the object 8e).

Puisque les plots de type 8h permettent d'agrandir ceux de type 8e, alors il est inutile que les plots de type 8e soient *"suffisamment gros"* (26a). C'est la découverte que cette propriété peut être abandonnée qui génère l'expressif de STR (29a). Là encore, les objets 8e, 8f et 8h sont centraux dans cette avancée de la conception. Nous avions souligné lors de l'analyse de la séquence précédente que l'ensemble objet 8e / objet 8f transformait radicalement la représentation de la

6. Ce moment est précisément celui que nous avons capté pour illustrer le groupe de travail (Figure 1).

conjecture P elle-même, mais ne constituait pas simplement une amélioration de l'état précédent. Cela est ici pleinement affirmé.

I.7.C. Objet, représentation et irréversibilités

Une irréversibilité s'est assurément produite dans le processus de conception et il devient difficile pour le groupe de faire machine arrière pour plusieurs raisons. La première d'entre elle est que le dispositif actuellement proposé satisfait les contraintes formulées par le groupe. Mieux, l'une d'entre elle a pu être abandonnée (*cf.* IV.2.C.). Et cette satisfaction est validée dans l'interaction. Mais ce point, s'il est important car il achève une longue discussion, parfois tendue, sur la satisfaction des contraintes, n'est pas suffisant pour qualifier l'irréversibilité. Une autre raison est que la représentation du dispositif vient de subir une transformation profonde. L'objet 8g (non complété) est fondamental, alors même qu'il pourrait paraître anodin, dans le processus de conception. Certes la suggestion de FAB1 est intégrée, ce qui produit une évolution du plot (objet 8e). Mais le moment où le processus bascule véritablement, c'est lorsque l'objet 8g est réalisé par STR et que la forme externe des plots, qui n'avait fait l'objet d'aucune discussion, doit être représentée. Tous les dessins précédents étaient des vues du plot en coupe. Or ces vues ne permettent pas de faire la différence entre un cylindre et un parallélépipède. C'est seulement lorsque la vue de dessus est dessinée que ce problème apparaît et que, on l'a vu dans l'analyse, l'objet 8g devient un lieu de confrontation entre le dire et le faire de STR. Cette confrontation permet à STR de "se libérer" de la structure imposée par la matrice de la table, matrice constituée par les trous d'aspiration. Et l'effet décisif de cette libération pour la conception du dispositif est qu'un troisième type de plot est envisagé, représenté par l'objet 8h. On peut encore remarquer que chacune des évolutions précédentes faisait l'objet de discussion, de débats. Or cette nouvelle conjecture est, elle, très rapidement validée.

Tout comme on a vu dans la séquence précédente qu'une intervention d'un des participants (FAB1 01) avait abouti à une nouvelle orientation dans la conception du dispositif, nous observons ici l'effet inattendu et pourtant décisif d'une production graphique dans ce même processus. Si les dessins sont fondamentaux dans la rupture de représentation du dispositif, ce n'est pas tellement parce qu'ils seraient des projections sur le papier de l'esprit de celui qui les crée, ce n'est pas tellement parce qu'ils lui permettraient "de se faire comprendre" de ses partenaires. Non. S'ils sont centraux, c'est parce qu'ils œuvrent véritablement dans le processus de conception : " le dessin n'est pas qu'un représentant d'autre chose, c'est un objet dynamique " (Lebahar, 1987, p. 23). Reste à savoir si pour autant on peut les qualifier d'acteurs de la conception. La tentation peut être grande, et nous n'y résistons pas toujours (Grégori, 1999). Certes les dessins sont des objets inanimés, non pourvus de processus cognitifs. En ce sens, il conviendrait de résister. A l'inverse, les considérer comme des actants de la conception ne nous convient guère non plus, tant il est vrai que cela renvoie à une position passive des objets qui ne rend pas compte de la place qu'ils jouent dans cette activité. Pour notre part, le débat est actuellement ouvert.

ANALYSE DES INTERACTIONS ET CONCEPTION COLLABORATIVE

L'analyse des deux séquences proposées tend à montrer l'intérêt qu'il y a de procéder à une clinique de l'activité de conception collaborative. Il est en effet de plus en plus souvent admis que l'intelligence, pour utiliser un terme délibérément ambigu, ne fonctionne pas dans le vide, vide social et vide instrumental, mais également vide émotionnel, vide conatif, vide institutionnel, etc. (voir par exemple Bruner, 1991 ; Clot, 1999a-b ; Cosnier, 1998). Nous pensons que la méthodologie que nous proposons permet de saisir, sous un certain angle, l'activité de conception collaborative (Brassac, 2002, sous presse ; Grégori, 2002, sous presse). Elle n'est certes pas suffisante en elle-même et doit être confrontée à d'autres méthodologies qui saisissent différemment et de façon complémentaire ce "même" objet, comme ce fut le cas dans Grégori, Blanco, Brassac, & Garro (1998). Nous atteignons alors, nous semble-t-il, une " troisième voie au-delà d'une psychologie strictement "compréhensive" et d'une psychologie "explicative" et prédictive " (Clot, 1999a, p. 137). C'est-à-dire une psychologie de l'inter qui se pose entre le chercheur-analyste et les agents (les acteurs) de l'activité analysée. Il est certain, cependant, que la caractérisation de cette activité de conception, en tant qu'arène au sens de Dodier (1993), reste encore largement à faire d'un point de vue clinique.

Nous espérons cependant œuvrer dans ce sens afin de produire de la connaissance sur le travail collaboratif, portant notamment sur la conception d'artefacts. L'objectif est d'en saisir, à travers des analyses qualitatives, la structure dynamique, son aspect historique, situé, social. La question centrale est alors de bien circonscrire l'objet de nos recherches. Il est clair que le type de travail présenté ici renvoie à une phase de travail que Darses et Falzon (1997) qualifient de *co-conception*, durant laquelle des représentants de diverses compétences sont en co-présence physique. La situation analysée montre l'importance de ces phases de travail, parce qu'on y observe des phénomènes de synchronisation cognitive, mais aussi sociale. Même si cette séance de travail s'est déroulée dans un assez bon climat social, il y a quelques traces ironiques relatives aux positions sociales que certains peuvent prendre. En témoigne l'intervention 35 de FAB1 à l'adresse de FON1 dans la deuxième séquence. Cette dimension sociale participe elle aussi (elle surtout, peut-être) de la conception du dispositif, car les propositions de FON2 sont souvent moins bien acceptées que celles des autres acteurs. Nul doute qu'il serait intéressant de travailler sur des séances qui, socialement parlant, seraient plus conflictuelles afin d'appréhender mieux encore cette dimension.

Mais nous savons tous que la conception collaborative d'artefact se produit également dans des phases que les auteurs appellent *conception distribuée*, lorsque les acteurs œuvrent en coordination, mais sans véritable travail conjoint. De ce point de vue, la méthodologie d'observation et d'analyse que nous adoptons est limitative puisqu'elle restreint le champ des observables à la première situation nommée. En outre, les micro-analyses que nous réalisons nous empêchent d'appréhender des corpus très longs, ce qui pourrait apparaître comme une autre limite de notre démarche.

C'est que notre objectif, pour le type de travail que nous présentons dans le cadre de cet article, est de traquer les moments-clés d'un processus de conception collaborative, de saisir les conditions d'émergence des idées. Ce qui nous intéresse, c'est, comme l'écrit Lebahar (1987, p. 17) à propos de l'architecture, de travailler sur des compétences consistant à " transformer l'état initial d'une représentation partielle [...] telle qu'elle est contenue dans une commande et dans son environnement de contraintes en un état final qui en permettra une interprétation en termes matériels [...]. Cette transformation d'états de représentation est un acte principalement intellectuel qui s'exprime par le dessin ". Les productions graphiques sont alors déterminantes. La situation que nous avons analysée est d'ailleurs celle qui nous a alerté, en tant qu'analystes des interactions, sur l'importance de leur prise en compte dans la compréhension de l'activité de conception, ce qui a eu des répercussions sur le protocole de recueil des données. Le placement, et même le choix des caméras, est désormais discuté plus finement que cela pouvait être le cas précédemment, tant il est vrai que les dispositifs d'enregistrements ont des répercussions sur les analyses produites (Grosjean & Lacoste, 1999). A la suite de la situation présentée, nous commençons de poser quelques jalons pour une méthodologie d'analyse des phases de co-conception orientée sur les interactions conversationnelles et instrumentales. Nous souhaitons, par exemple, éprouver divers types d'objets, de supports d'interaction. L'objectif est double. Il est à la fois de poursuivre notre travail sur les irréversibilités du processus de conception collaborative et, ce qui en découle, de produire des outils, sous une forme à déterminer, pour la formation à cette activité (ou à l'animation de cette activité). Il est bien évident que le seul cas analysé dans cet article ne peut satisfaire ces objectifs. C'est dans le moyen et le long termes que nous évoluons, à travers la constitution d'un recueil de cas, déjà évoqué dans Grégori et Brassac (2001).

Finalement, et nous conclurons ici, peut-être certains trouveront-ils l'analyse que nous venons de dérouler quelque peu ardue. Mais si la conception collaborative est un enjeu actuel, n'est-ce pas parce qu'elle est elle-même une activité complexe ? Si la préoccupation est effectivement de modéliser une activité collaborative, ne renvoyant pas uniquement à une coordination entre les participants, alors nous défendons l'idée qu'une analyse des interactions telle que nous la menons peut utilement participer à la réflexion. C'est ainsi que nous essayons, à travers plusieurs situations de conception collaborative (celle présentée ici est chronologiquement la première de celles que nous avons étudiées), de décrire l'activité de conception d'un point de vue à la fois cognitif, social et instrumental, afin de poser un certain nombre de jalons pour la constitution d'une méthodologie d'observation et de modèles de cette activité. C'est ainsi que, petit à petit, nous dégageons les éléments théoriques et méthodologiques d'une psychologie sociale des processus cognitifs à même de répondre aux exigences du terrain.

BIBLIOGRAPHIE

Amalberti, R. (1998). Les facteurs humains à l'aube de l'an 2000. *Phoebus*, *5*, 5-12.

Baker, M. (2001). Les attitudes et leurs révisions dans le dialogue : les cas de la résolution coopérative de problèmes. *Psychologie de l'Interaction*, 11-12, 229-265.

Blanco, E. (1999). Les brouillons. Révélateurs et médiateurs de la conception. In D. Vinck (Ed.), *Ingénieurs au quotidien. Ethnographie de l'activité de conception et d'innovation* (pp. 181-201). Grenoble : Presses Universitaires de Grenoble.

Bocquet, J.-C. (1998). Ingénierie simultanée, conception intégrée. In M. Tollenaere (Ed.), *Conception de produits mécaniques* (pp. 29-52). Paris : Hermès.

Bossard, P. (1997). Origines et définition de l'ingénierie concourante. In P. Bossard, C. Chanchevrier, & P. Leclair (Eds.), *Ingénierie concourante : de la technique au social* (pp. 21-28). Paris : Economica.

Brassac, Ch. (1992). Analyse de conversations et théorie des actes de langage. *Cahiers de Linguistique Française*, *13*, 62-76.

Brassac, C. (2001). Formation et dialogisme : l'exemple d'un apprentissage situé et distribué. *Orientation Scolaire et Professionnelle*, *30*, 243-270.

Brassac, Ch. (2002). Éléments pour une psychologie clinique de l'activité cognitive. *Psychologie clinique* (sous presse).

Brassac, Ch. (sous presse). Lev, Ignace, Jerome et les autres… Vers une perspective constructiviste en psychologie interactionniste. *Technologies, Idéologies et Pratiques : revue d'anthropologie des connaissances*.

Bruner, J.S. (1991). ... *Car la culture donne forme à l'esprit. De la révolution cognitive à la psychologie culturelle* (Y. Bonin, Trad.). Paris : Eshel. (Édition originale, *Acts of meaning*. Harvard : Harvard University Press, 1990).

Clot, Y. (1999a). *La fonction psychologique du travail*. Paris : Presses Universitaires de France.

Clot, Y. (Eds.). (1999b). *Avec Vygotski*. Paris : La dispute.

Conein, B., & Jacopin, E. (1994). Action située et cognition, le savoir en place. *Sociologie du travail, XXXVI*, 475-500.

Cosnier, J. (1998). *Le retour de psyché. Critique des nouveaux fondements de la psychologie*. Paris : D. de Brouwer.

Darses, F. (1997). L'ingénierie concourante : un modèle en meilleure adéquation avec les processus cognitifs de conception. In P. Bossard, C. Chanchevrier, & P. Leclair (Eds.), *Ingénierie concourante : de la technique au social* (pp. 39-55). Paris: Economica.

Darses, F., & Falzon, P. (1996). La conception collective : une approche de l'ergonomie cognitive. In G. de Terssac & E. Friedberg (Eds.), *Coopération et conception* (pp. 123-135). Toulouse : Octarès.

Dodier, N. (1993). Les arènes des habiletés techniques. *Raisons pratiques*, *4*, 115-139.

de Fornel, M., Ogien, A., & Quéré, L. (Eds.). (2001). *L'ethnométhodologie. Une sociologie radicale*. Paris : Éditions La Découverte.

Garro, O. (1996). Conception distribuée. De l'industrie... à l'industrie. In J.P. Müller & J. Quinqueton (Eds.), *IA distribuée et systèmes multi-agents* (pp. 7-20). Paris: Hermès.

Ghiglione, R., & Trognon, A. (1993). *Où va la pragmatique ? De la pragmatique à la psychologie sociale.* Grenoble: Presses Universitaires de Grenoble.

Grégori, N. (1999). *Étude clinique d'une situation de conception de produit. Vers une pragmatique de la conception*. Thèse de doctorat en psychologie, Université Nancy 2, Nancy.

Grégori, N. (2002). La conception assistée par l'usage des nouveaux dispositifs : un point de vue interactionniste. *Éducation permanente*, *152*, 121-132.

Grégori, N. (sous presse). Pragmatique du travail collectif : la conception d'artefacts. In N. Grégori, A. Le Blanc, & N. Roussiau (Eds.), *Psychologie sociale appliquée. Psychologie du travail et pratiques de gestion des ressources humaines*. Paris, In Press Éditions.

Grégori, N., Blanco, E., Brassac, Ch., & Garro, O. (1998). Analyse de la distribution en conception par la dynamique des objets intermédiaires. In B. Trousse & Kh. Zreik (Eds.), *Les objets en conception* (pp. 135-154). Paris : Europia.

Grégori, N., & Brassac, Ch. (2000). Instrumental Mediation in a Collaborative Design Process. *Fourth International Conference on the Design of Cooperative Systems – Workshop 3 : "Analysing and Modelling Collective Design" – Coop'2000* (pp. 51-59). Sophia-Antipolis, May.

Grégori, N., & Brassac, Ch. (2001). *La conception collaborative d'artefacts. Activités cognitives en situation dialogique*. Communication présentée à Epique'2001. Nantes, France, Oct.
Grosjean, M., & Lacoste, M. (1999). *Communication et intelligence collective à l'hôpital*. Paris : Presses Universitaire de France.
Hutchins, E. (1995). *Cognition in the wild*. Cambridge, MA : Massachussets Institute of Technology Press.
Jeantet, A. (1998). Les objets intermédiaires de la conception. Éléments pour une sociologie des processus de conception. *Sociologie du travail*, *XL*, 291-316.
Latour, B. (1989). *La science en action*. Paris : Éditions La Découverte.
Lebahar, J.-Ch. (1987). *Le dessin d'architecte. Simulation graphique et réduction d'incertitude*. Roquevaire : Éditions Parenthèses.
Leplat, J. (1994). Collective activity in work : some lines of research, *Le Travail Humain*, *57,* 209-226.
Meyerson, I. (1987). *Écrits 1920-1983. Pour une psychologie historique*. Paris : Presses Universitaires de France.
Michinov, N. (sous presse). La gestion des connaissances dans les groupes apprenants : processus, méthodes et résultats. In N. Grégori, A. Le Blanc, & N. Roussiau (Eds.), *Psychologie sociale appliquée. Psychologie du travail et pratiques de gestion des ressources humaines*. Paris, In Press Éditions.
Moscovici, S., & Doise, W. (1992). *Dissensions et consensus*. Paris : Presses Universitaires de France.
Osborn, A. F. (1957). *Applied imagination*. New York : Scribner.
Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies. Approche cognitive des instruments contemporains*. Paris : A. Colin.
Rabardel, P. (1999). Le langage comme instrument ? Éléments pour une théorie instrumentale élargie. In Y. Clot (Ed.), *Avec Vygotski* (pp. 241-265). Paris : La Dispute.
Roulet, E., Auchlin, A., Moeschler, J., Rubattel, C., & Schelling, M. (1985). *L'articulation du discours en français contemporain*. Berne : P. Lang.
Saint-Dizier, V. (1997). Modélisation d'une assistance interactive pour améliorer l'accessibilité d'un logiciel. *Sciences et techniques éducatives*, *4*, 13-39.
Searle, J.R., & Vanderveken, D. (1985). *Foundations of illocutionary logic*. Cambridge: Cambridge University Press.
Steiner, I. (1972). *Group process and productivity*. New York : Academic Press.
Suchman, L. (1987). *Plans and situated actions*. Cambridge : Cambridge University Press.
de Terssac, G., & Friedberg, E. (Eds.). (1996). *Coopération et conception*. Toulouse : Octarès.
Trognon, A. & Brassac Ch. (1992). L'enchaînement conversationnel. *Cahiers de linguistique française*, *13*, 76-107.
Vanderveken, D. (1988). *Les actes de discours*. Bruxelles : Mardaga.
Vinck, D. (1999). Les objets intermédiaires dans les réseaux de coopération scientifique. Contribution à la prise en compte des objets dans les dynamiques sociales. *Revue française de sociologie*, *XL*, 385-414.
Vinck, D., & Jeantet, A. (1995). Mediating and commissioning objects in the sociotechnical process of product design: a conceptual approach. In D. McLean, P. Saviotti, & D. Vinck (Eds.), *The role of design in the shaping of technology* (pp. 297-320). Bruxelles : COST Social Science.
Vivier, J. (Ed.) (1996). *Psychologie du dialogue naturel homme-machine en langage naturel*. Paris : Europia Productions.
Vygotski, L.S. (1985). *Pensée et langage* (F. Sève Trad.). Paris : Messidor / Éditions Sociales. (Édition originale, *Myslenie i rec'*, 1934).

RESUME

Une analyse des interactions ayant cours lors d'une activité de conception collaborative d'un produit doit être à même de nous renseigner sur cette activité. C'est sur ce postulat que nous nous appuyons pour mettre à jour les processus cognitifs, sociaux et instrumentaux à l'œuvre lors d'une séance de travail au cours de laquelle cinq individus représentant les phases fonctionnelles, structurelles et de fabrication ont conçu collaborativement un dispositif mécanique pour l'industrie du bois. C'est plus précisément sur une série de dessins que nous focalisons notre attention, montrant alors que l'émergence de la solution de principe renvoie à une véritable intégration des points de vue et compétences de chacun. Il semble alors fondamental de souligner que l'étude de la conception collaborative de produits ne peut faire l'économie de l'analyse des "objets intermédiaires" produits et manipulés

en situation. L'analyse de cette situation particulière et les perspectives qu'elle nous ouvre sont alors l'occasion d'ouvrir un programme de recherche clinique sur l'activité de conception collaborative.

Mots-clés
Psychologie sociale des processus cognitifs, Analyse des interactions, Clinique de l'activité, Objets intermédiaires, Conception collaborative.

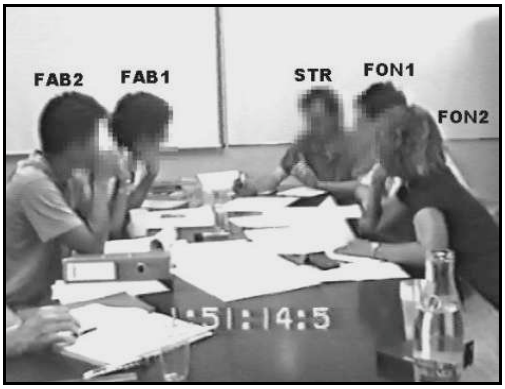
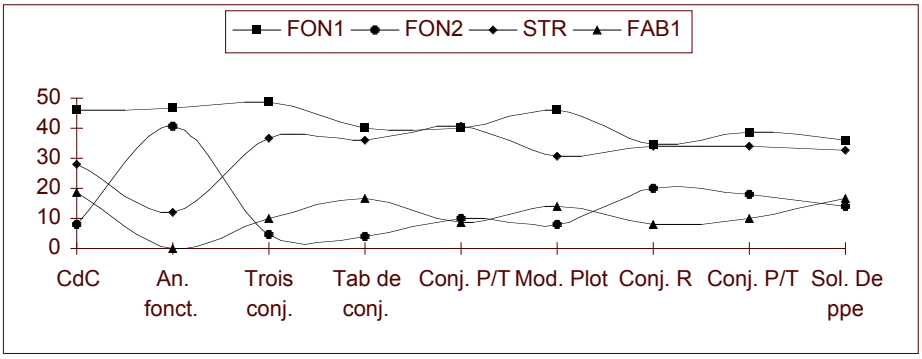


Figure. 1. Le dispositif socio-technique.
Figure. 1. The socio-technical device.

Tableau 1. Tours de parole des concepteurs au cours des deux premières heures.
Table 1. Designer's turn-taking during the two first hours.

PERIODES DE CONCEPTION	FON1	FON2	STR	FAB1	Tot
1. Exposé du cahier des charges (0'00'' – 28'52'')	123 (46%)	21 (8%)	74 (28%)	50 (19%)	268
2. Analyse fonctionnelle (28'52'' – 41'00'')	49 (47%)	43 (41%)	13 (12%)	0 (0%)	105
3. Présentation orale de trois conjectures (41'00'' – 55'25'')	77 (49%)	7 (5%)	57 (37%)	15 (10%)	156
4. Tableau de conjectures (55'25'' – 69'43'')	84 (42%)	8 (4%)	75 (37%)	35 (17%)	202
5. Développement d'une conjecture P/T (69'43'' – 78'04'')	49 (40%)	12 (10%)	50 (41%)	11 (9%)	122
6. Modélisation d'un plot (78'04'' – 86'45'')	55 (46%)	10 (8%)	37 (31%)	17 (14%)	119
7. Développement de la conjecture R (86'45'' – 93'05'')	39 (36%)	22 (20%)	37 (34%)	9 (8%)	108
8. Développement de la conjecture P (93'05'' – 100'00'')	47 (39%)	22 (18%)	41 (34%)	12 (10%)	122
9. Développt de la solution de principe (100'00'' – 112'13'')	78 (36%)	31 (14%)	72 (33%)	37 (17%)	218
Total	601 (42%)	176 (12%)	456 (32%)	187 (13%)	1420



Extrait 1.

STR	17a	//non mais "FAB1" a raison hein pour un flexible euh
	17b	si on *(dessine, objet 8e)* si on en met sur des: sur des trucs avec prise rapide euh c'est:
	17c	ça nous simplifie en plus notre solution hein
FON1	18	de le mettre par en dessous?
STR	19	ouais
FON1	20a	ouais
	20b	mais on perd euh on perd un degré de liberté là-dessus

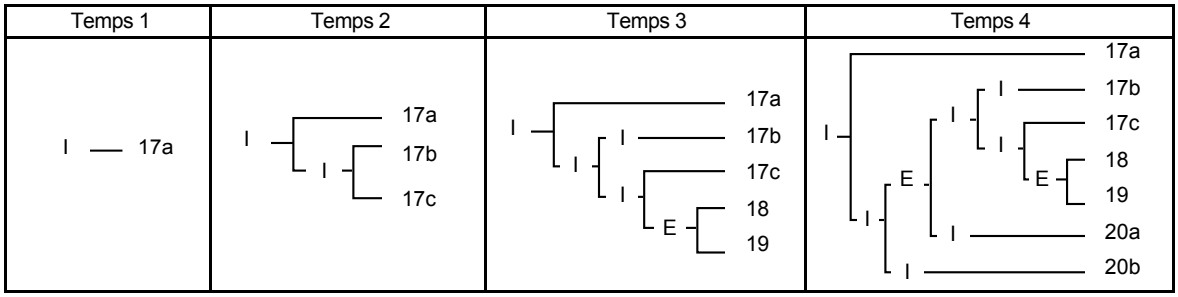


Figure 2. Évolution de la structure hiérarchique et fonctionnelle de l'extrait 1.
Figure 2. Evolution of the hierarchical and functional structure of extract 1.

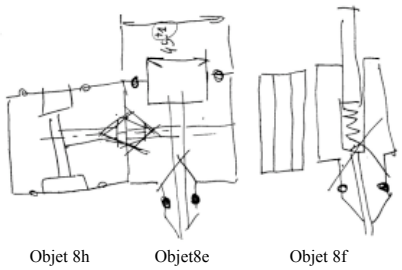


Figure 3. La solution technique.
Figure 3. The technological solution.

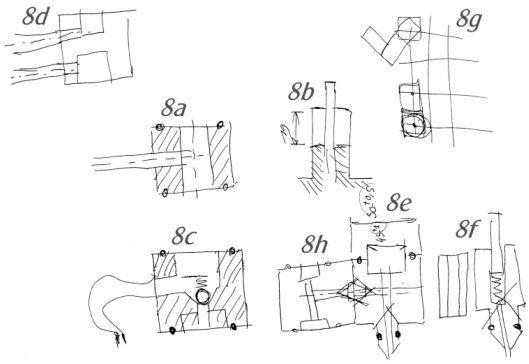


Figure 4. Objet 8 : Série de dessins techniques dans leur ordre chronologique de création (8a à 8h).
Figure 4. Object n° 8 : Series of technical drawings in their chronological order of appearance (8a to 8h).

Tableau 2. Discours, structure et croquis de la première séquence.
Table 2. Discourse, structure and sketches of the first sequence.

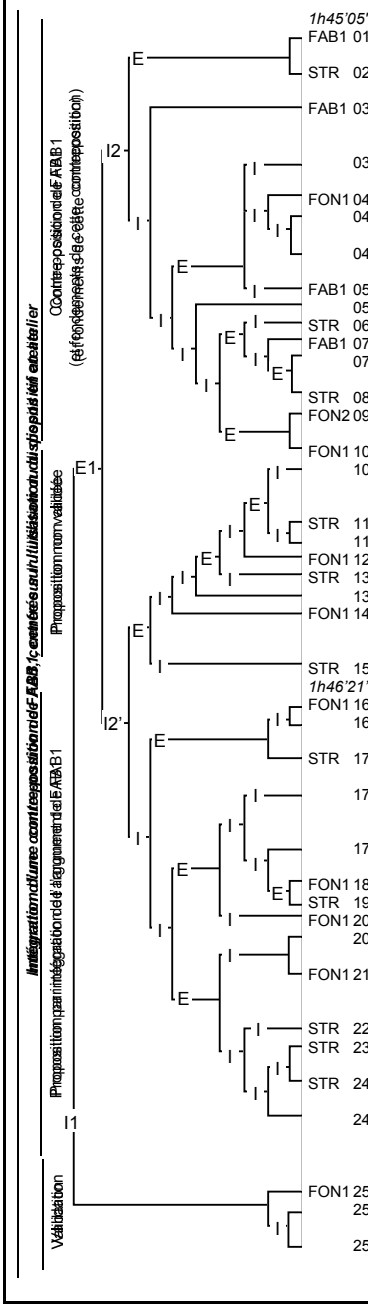
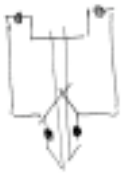
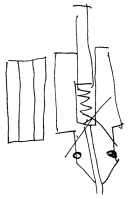
Structure de l'interaction	Actes de la séquence	Obj. mobilisés
	*1h45'05"* FAB1 01 pourquoi tu tiens depuis le début à le monter en latéral et pas par en dessous ? STR 02 parce que: le bout de tes flexibles là qui vient là *(dessine un flexible sur l'objet 8c)* FAB1 03a non j'y crois pas bien euh qu'on va se balader avec des fils au milieu de la table (.) 03b si ? vous voyez bien ça vous sur une table de machine outil à l'atelier ? FON1 04a ouais si ! 04b ça dépend de la dimension de ton: de ton câble enfin de ton tuyau 04c mais si ça fait cinq euh cinq cinq dix centimètres euh le flexible il bougera pas FAB1 05a oui 05b enfin je: je le vois pas bien quoi// STR 06 // c'est du: c'est du solide hein ça hein FAB1 07a enfin c'est suffisamment souple ! 07b parce que là y a une variation sur le lieu de: piquage STR 08 ouais (.) c'est vrai t'as raison ouais FON2 09 en plus de ça y a beaucoup de démontage FON1 10a ouais 10b et est-ce que ça existe pas des clips euh avec des: [je sais pas des raccords euh pneumatiques] STR 11a [des prises rapides? 11b oui oui bien sûr] FON1 12 que tu pourrais mettre par en dessous STR 13a ouais! 13b non mais t'as pas besoin de// FON1 14 //mais par contre si tu perds des degrés de liberté au niveau de la mobilité de ton: de ton truc// STR 15 //on en revient toujours au même *1h46'21" [...] 1h47'18"* FON1 16a bon alors [...] globalement 16b hormis pour l'instant le problème de flexibles hein// STR 17a //non mais FAB1 a raison hein pour un flexible euh 17b si on *(dessine, objet 8e)* si on en met sur des: sur des trucs avec prise rapide euh c'est: 17c ça nous simplifie en plus notre solution hein FON1 18 de le mettre par en dessous? STR 19 ouais FON1 20a ouais 20b mais on perd euh on perd un degré de liberté là-dessus [...] FON1 21 //et auquel cas [...] auquel cas si l'emplacement est fixe ça nous sert plus à rien de mettre des butées (.) hein y a// STR 22 //si [...] STR 23 *(dessinant objet 8f)* ça c'est ton module butée [...] STR 24a c'est pareil qui se met dans l// dans un trou euh même tabac (4s) 24b quand tu mets euh la dépression euh tu as les butées qui disparaissent avec euh ça marche euh *(frappe la table, la paume ouverte)* [...] FON1 25a bon F1 on peut les avoir 25b alors maintien de la pièce pendant l'usinage 25c bon faudra que tu me garantisses que tu me cotes tout ça pour savoir si ça maintient pendant l'usinage *(1h49'30")*	 *Fig.5. Objet 8c.*  *Fig.6. Objet 8e.*  *Fig.7. Objet 8f.*

Tableau 3. Discours, structure et croquis de la deuxième séquence.

Table 3. Discourse, structure and sketches of the second sequence.

Structure de l'interaction	Actes de la séquence	Objets mobilisés
Transformation de la conjecture P Énergence d'une nouvelle conjecture P Validation	1h50'48" STR 26a non mai s par contre euh par contre ce qu'on peut faire c'est avoir euh en avoir donc des: suffisamment gros 26b si on a notre table qu'est quadrillée comme ça *(dessine, objet 8g)* avec des trous hein 26c c'est en avoir un donc qui ferait ça *(dessine un cercle)* à peu près hein – Objet 8g 26d ou un carré quoi *(rectifie le cercle en carré)* [...] STR 27a voilà 27b et: être capable de: d'en mettre un côte à côte direct quoi *(dessine le deuxième plot carré)* FON1 28 mmh (2s) STR 29a *(expression de découverte, accompagnée d'un sifflement et de l'index gauche levé)* ou alors on a: on a ceux-là *(plots de l'objet 8g)* 29b bon ceux-là *(objet 8e)* on a les butées *(objet 8f)* 29c et on a un troisième type qui est un type qui vient se connecter là-dessus quoi (.) en latéral *(simule un trait vertical le long du bord gauche du plot objet 8e)* FON1 30 pour ? STR 31 ben pour les agrandir en fait FON1 32 mmh STR 33a pour avoir des: 33b et donc on a beaucoup moins de trous après [...] 1h52'13" FON1 34a bon alors mes fonctions principales euh 34b bon 'fin faudra des détails hein sur tout ça bien sûr euh hein bon elles ont l'air FAB1 35 tu veux faire le client méchant là FON1 36a elles ont l'air d'être tenues, l'adaptation forme et dimension donc l'assemblage 36b bon ça peut être une voie de solution 1h52'30''	 Fig. 8. Objet 8g.

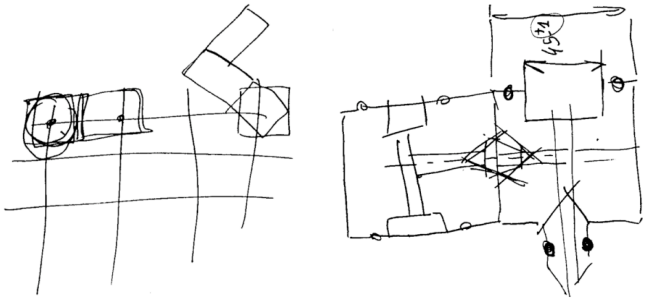


Figure 9. Objets 8g et 8e complétés et objet 8h (accolé à l'objet 8e).

Figure 9. Completed objects 8g and 8e, and object 8h (coupled with the object 8e).