

Hommes - Artefacts - Activités :

Perspective instrumentale

Viviane Folcher Pierre Rabardel

viviane.folcher@univ-paris8.fr rabardel@univ-paris8.fr

Université Paris 8

2 rue de la liberté

93526 Saint - Denis

## Introduction

Dans ce chapitre, nous présentons l'approche psychologique et ergonomique des activités médiatisées par les instruments.

Dans une première partie nous la situons dans le champ des relations entre les hommes et les machines, dispositifs techniques, outils, logiciels en la positionnant par rapport à deux autres approches : l'interaction homme-machine (IHM) et les systèmes hommes-machines (SHM).

Dans une seconde partie, nous considérons l'usage situé des instruments au service de l'activité. Les instruments articulent étroitement les schèmes et les artefacts et résultent d'un développement à la fois social et propre au sujet. Ils sont organisés par les sujets en systèmes d'ensemble associés aux domaines d'activité professionnels et, plus largement de vie. Leur développement contribue ainsi à celui du pouvoir d'agir du sujet.

Enfin, nous concluons ce chapitre sur les perspectives pour la conception ouvertes par l'approche de l'activité médiatisée par les instruments.

## Mots clés

Interaction homme-machine, systèmes hommes-machines, instrument ; systèmes d'instruments ; genèse instrumentale; pouvoir d'agir ; conception dans l'usage, conception pour l'usage.

## I. Relations hommes-machines, les approches en présence

Dans le champ pluridisciplinaire concerné par les relations que les hommes entretiennent avec les machines et les dispositifs techniques, matériels ou symboliques (artefacts), trois approches principales peuvent être distinguées : celles qui se centrent sur l'interaction entre l'homme et la machine (IHM), celles qui considèrent l'homme et la machine comme un

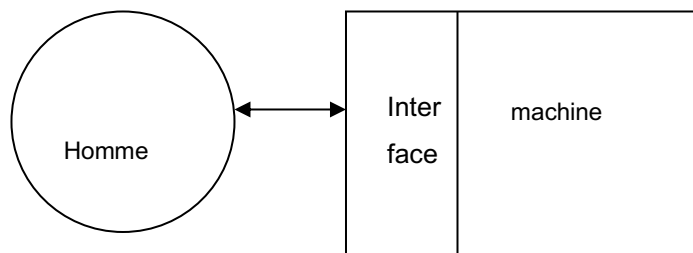
système engagé une tâche (SHM), et enfin les approches centrées sur la médiation de l'activité par l'usage des artefacts. Ces approches reposent sur des fondements théoriques différents, ce qui amène le plus souvent à les opposer les unes aux autres. Nous pensons qu'elles ne sont pas alternatives mais, au contraire, complémentaires : elles seront plus ou moins pertinentes et privilégiées en fonction du domaine concerné, du type de demande ou de problème traité par l'intervenant ou le chercheur. Elles ont en commun de viser une meilleure adéquation des artefacts aux hommes, en contribuant à l'évaluation et à la conception, soit par l'apport de résultats empiriques de recherche soit par une inscription opérationnelle dans des projets industriels. Soulignons enfin que les approches modélisées ne sont pas superposables aux pratiques des communautés scientifiques et professionnelles qui mettent souvent en œuvre conjointement plusieurs approches.

Nous allons maintenant examiner systématiquement les trois approches avec une même grille de lecture :

- la définition et/ou conceptualisation de l'homme et de l'action humaine au sein des dispositifs techniques ;
- les questions explorées et l'unité d'analyse retenue ;
- les critères et d'analyse et d'action privilégiés ;
- les arrières plans théoriques mobilisés de façon majoritaire.

## I.1 Interaction homme-machine

Dans cette approche, l'homme et la machine sont considérés comme deux entités hétérogènes à propos desquelles il s'agit de créer un milieu pour leur interaction, via un dispositif qu'est l'interface ainsi que l'illustre la figure1 :



*Figure 1 : schéma simplifié des approches de "l'interaction homme-machine"*

Généralement on définit l'interaction comme le processus de confrontation entre l'homme et la machine ; et l'interface comme la partie matérielle et logicielle de la machine servant aux échanges d'informations avec l'utilisateur (De Montmollin, 1999). L'utilisateur désigne celui ou celle qui finalement met en œuvre le dispositif, ce qui le différencie d'utilisateurs et/ou de sujets d'expériences qui sont sollicités pour mettre à l'épreuve un dispositif donné. L'unité d'analyse privilégiée est celle de l'interaction entre un homme et une machine dans le cadre d'une tâche à réaliser. Les questions posées concernent la mise en évidence des

caractéristiques des tâches à réaliser qui engagent une interaction entre l'homme et la machine (dialogues, commandes et menus ainsi que les outils/périphériques), la mise au jour de la diversité et variabilité des utilisateurs. L'objectif visé est l'optimisation de la qualité de l'interaction homme-machine. Les critères d'analyse et d'action ergonomique concernent la facilité d'apprentissage, la qualité des affichages et des moyens d'action, l'adaptation aux différences individuelles et la protection contre les erreurs de l'utilisateur. De nombreux travaux empiriques ont rendu possible la formalisation de recommandations pour la conception constituées en critères ergonomiques qui couvrent de très nombreux aspects de l'interaction homme-machine et se proposent d'être des outils pour l'évaluation et la conception de dispositifs (Bastien, Scapin 1995 et dans cet ouvrage).

Les cadres théoriques convoqués sont principalement ceux qui permettent de caractériser les propriétés et les processus cognitifs de l'homme : physiologie et métrologie humaine, psychophysiologie (perception), psychologie cognitive (ressources attentionnelles, planification, mémoire,...).

## I.2. Systèmes hommes-machines

Les approches des systèmes hommes-machines considèrent l'homme et la machine comme les deux composants d'un système fonctionnel engagés conjointement dans la réalisation d'une tâche.

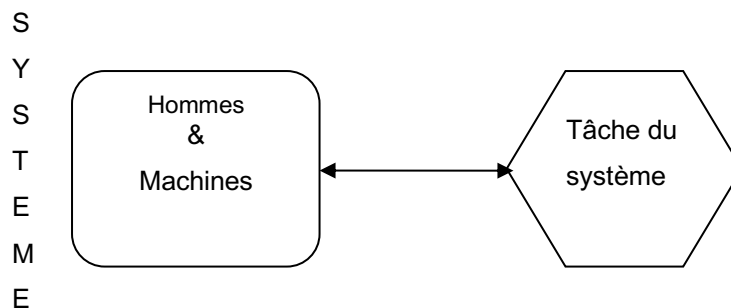


Figure 2 : Schéma simplifié des approches « systèmes hommes machines »

Un système hommes-machines peut être défini comme une combinaison opératoire d'un ou plusieurs hommes qui interagissent avec une ou plusieurs machines dans l'objectif d'atteindre un but compte tenu d'un environnement donné. Deux caractéristiques des systèmes hommes-machines apparaissent importantes. La première tient au couplage à l'intérieur d'un système fonctionnel, de la machine aux processus cognitifs de l'opérateur. La seconde tient à ce que la tâche considérée est celle du système dans son ensemble.

Dans ce cadre, l'unité d'analyse retenue est le couple homme-machine engagés conjointement dans la réalisation d'une tâche. Développées notamment dans la gestion de systèmes complexes et à risques, les questions auxquelles ces approches cherchent à

répondre concernent la coopération homme-machine et l'allocation des tâches (Vanderhaegen, 1999 ; Hoc dans cet ouvrage). Cette question trouve également des développements en terme de « joint cognitive system » pour caractériser des systèmes adaptatifs capables de mener des actions intelligentes et d'effectuer des choix entre plusieurs solutions à un problème donné (Woods, Roth, 1995). Les critères d'analyse et d'action privilégiés sont relatifs à la performance, la sécurité et la fiabilité du système homme-machine ainsi qu'à l'adéquation optimale entre les composants humains et non humains.

Les cadres théoriques mobilisés sont issus à la fois des travaux réalisés dans les champs de l'automatique humaine, de l'analyse des systèmes et des sciences cognitives ainsi que des propositions développées au sein des théories de l'activité.

### I.3. Activité médiatisée

Les approches de l'activité médiatisée par les artefacts se centrent sur l'usage humain des outils culturels. La médiation de l'activité humaine par les artefacts est considérée comme le fait central qui transforme les rapports du sujet au monde, les fonctions psychologiques et en conditionne le développement (Vygostki, 1930) Les outils issus de la culture sont des artefacts, médiateurs de l'action et de l'activité finalisée des opérateurs qui transforment les tâches et les activités (Norman, 1991, Rabardel, 1995). Ils font l'objet de transmission et d'appropriation et de développement au sein des communautés, dans les contextes professionnels comme dans ceux de la vie quotidienne.

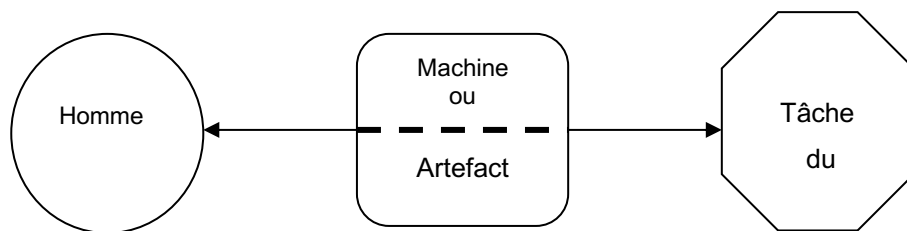


Figure n°3 : schéma simplifié de l'approche de l'activité médiatisée

L'activité a deux type d'orientation, d'une part, la réalisation de tâches :activité productive, et, d'autre part, l'élaboration de ressources internes et externes (instruments, compétences, schèmes et conceptualisations, systèmes de valeurs...) : activité constructive où le sujet produit les conditions et les moyens de l'activité future (Rabardel, Samurçay 2003).

Ces deux orientations nous conduisent à distinguer deux unités d'analyse. Pour l'activité productive, l'unité retenue est celle de l'activité médiatisée car elle conserve les propriétés caractéristiques des individus, des outils culturels et des contextes (Wertsch, 1998). Le choix de cette unité permet d'éviter deux formes de réductionnisme : l'oubli de la mise en forme de

l'action par les outils culturels ; l'oubli de l'activité de l'individu au profit d'un déterminisme mécanique par les outils. C'est pourquoi l'activité médiatisée est une bonne candidate comme unité d'analyse pour les recherches interdisciplinaires sur l'usage humain des outils.

La perspective développementale caractéristique de ces approches conduit à considérer que l'unité d'analyse des activités constructives est celle de l'appropriation des outils culturels, des usages et développement des instruments, et des individus.

Les questions explorées dans ces approches s'attachent d'une part, à comprendre la nature et l'ampleur des transformations des tâches et des activités dans l'usage des artefacts, et d'autre part, à saisir les modalités du développement des individus au travers des processus d'appropriation (développement de ressources pour l'action, développement des compétences).

Les critères d'analyse et d'action retenus sont relatifs à l'adéquation des artefacts à l'activité du point de vue des sujets et des tâches redéfinies et objets de l'activité. Pour l'activité productive, on visera l'adéquation, aux tâches, aux objets de l'activité schèmes et conceptualisations, habiletés et compétences des sujets. Pour l'activité constructive, il s'agira de faciliter l'appropriation et le développement des ressources par les sujets.

Les cadres théoriques mobilisés sont issus des théories de l'activité et des propositions de la psychologie historico-culturelle ainsi que des travaux de l'école Piagétienne.

Enfin, la conception de l'homme dans ces approches est celle d'un sujet socialement situé, porteur de significations et héritier d'une culture qu'il contribue à renouveler. Il est intentionnellement engagé dans des activités qui sont finalisées et significatives pour lui.

Un exemple de la vie quotidienne, l'usage d'un appareil photo numérique, permet d'illustrer les différences et les complémentarités de ces trois grands types d'approches. Listons en les principales caractéristiques :

- Il comprend des commandes diverses permettant de prendre les clichés, procéder aux réglages (ex. résolution, exposition, etc.), sélectionner des programmes spécifiques par des menus (ex contre-jour, portrait, etc.) et des afficheurs qui lui donnent des informations variées (état de la batterie, nombre de photos restantes, programme sélectionné, cadrage, etc.) ;
- Il est pourvu d'un écran qui affiche une représentation dynamique de la scène à photographier et permet de visualiser les photos juste après leur prise.

À la différence d'un appareil argentique le support proposé est numérique.

Une approche en termes d'interaction homme-appareil photo numérique s'intéresserait par exemple à l'optimisation de la présentation des informations (quantité d'informations, lisibilité des menus à l'écran, taille des caractères, lisibilité de l'écran dans différentes conditions

d'éclairage.), et à la facilité d'utilisation des moyens d'action (accessibilité des commandes, enchaînement des dialogues, protection contre les actions erronées etc.).

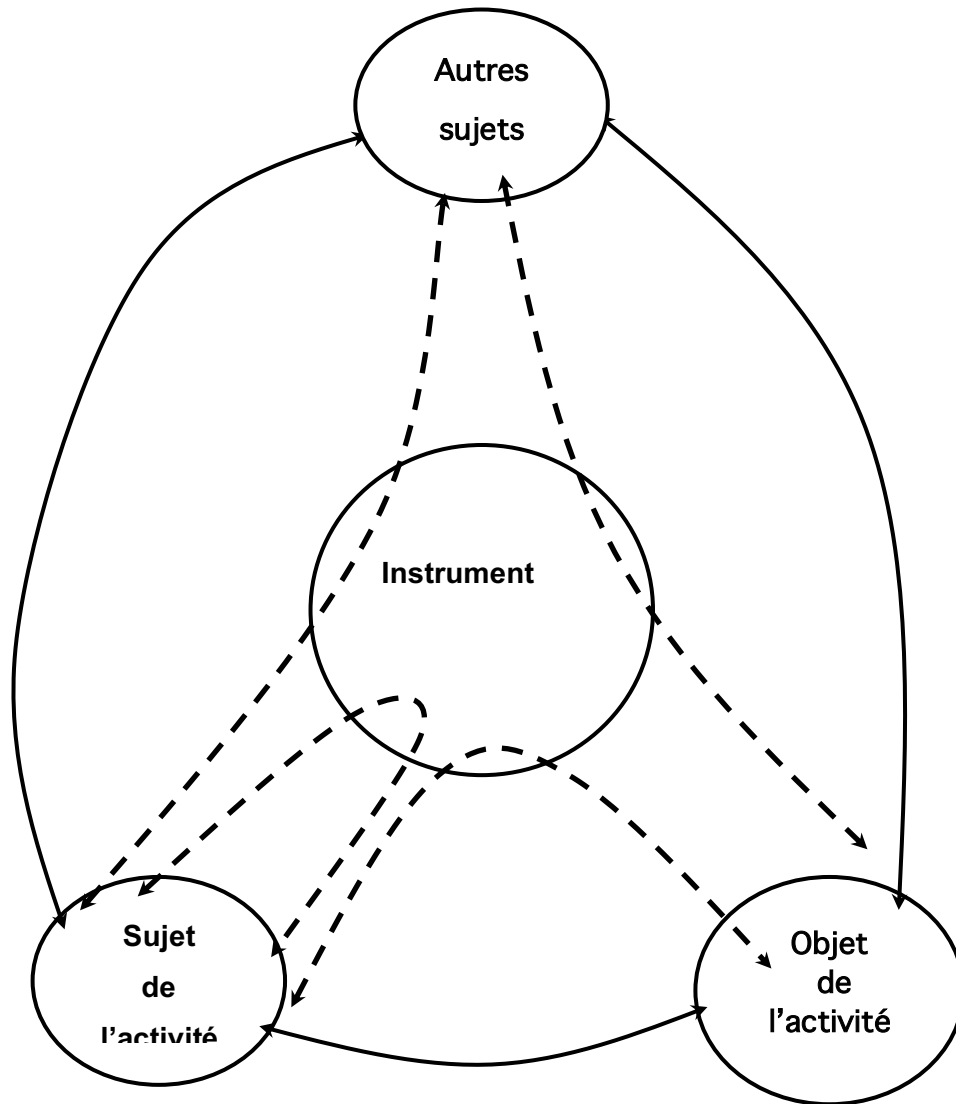
Une approche de type système homme-machine s'intéresserait par exemple à la question de la répartition des fonctions entre l'homme et l'appareil. Les différents réglages pour la prise de vue (vitesse, ouverture du diaphragme, netteté) peuvent être réalisés par la machine (mode automatique) ou par l'utilisateur (mode manuel). La répartition des fonctions entre l'homme et la machine est dans ce dernier cas variable et sous le contrôle de l'utilisateur.

Dans une approche de type activité médiatisée c'est le rapport aux objets de l'activité qui retiendra l'attention. Examinons l'écran sous cet angle. Comme au travers du viseur d'un appareil reflex, il affiche une représentation dynamique de la scène à photographier. Mais il n'oblige pas à conserver l'œil dans le viseur et offre ainsi des possibilités de visées différentes : viser à bout de bras, ou au-dessus de sa tête. Mais l'écran rend aussi possible un rapport nouveau au cliché produit. Il est immédiatement visible et, s'il ne convient pas, il peut être effacé et refait. Ces nouveaux rapports aux objets de l'activité conduisent progressivement les utilisateurs à de nouveaux usages de l'appareil photo et à des formes nouvelles de réalisation de l'activité, comme nous allons le voir dans la suite de ce texte.

## II. L'activité médiatisée : des artefacts aux instruments

C'est au sein des approches issues des théories de l'activité que se sont le plus précocement développées les conceptualisations et les cadres théoriques permettant d'explorer la question de la médiation de l'activité humaine par l'artefact. (Vygotski 1930) a proposé un premier cadre théorique conceptualisant l'activité médiatisée par les outils et les signes. Il considère la médiation comme le fait central qui transforme les fonctions psychologiques : « *the use of artificial means, the transition to mediated activity, fundamentally changes all psychological operations just as the use of tools limitlessly the range of activities within which the new psychological functions may operate* ». À sa suite, Léontiev (1981) fait également jouer un rôle central à l'activité médiatisée par les artefacts dans sa théorie générale de l'activité.

Nous proposons de distinguer trois orientations principales de la médiation par les instruments : vers l'objet de l'activité, vers les autres sujets, et enfin vers soi-même.



*Figure 4 :Activité médiatisée par l'instrument*  
 Les flèches pointillées représentent les trois orientations de la médiation par les instruments. Les flèches pleines représentent les relations non médiatisées.

La médiation principale tient à ce que l'activité du sujet est orientée vers un objet. Nous proposons d'en distinguer deux formes :

- des médiations visant principalement la prise connaissance de l'objet (de ses propriétés, de ses évolutions en fonction des actions du sujet...) : médiations épistémiques à l'objet. Le microscope est un bon exemple d'artefact organisé autour de ce type de rapport. Dans le cas de l'appareil photo numérique, l'écran permet, par exemple, une médiation épistémique au cliché qui vient d'être réalisé. Le sujet peut l'analyser immédiatement et ainsi décider de le conserver ou de le refaire en tenant compte des caractéristiques de l'image rejetée;

- les médiations visant l'action sur l'objet (transformation, gestion régulation...): médiations pragmatiques à l'objet. Le marteau est un exemple d'artefact principalement organisé autour de ce type de composante. L'ensemble des commandes de l'appareil photo numérique permettant la prise de vue ou la manipulation des clichés (modification, destruction...) relève de ce type de médiation.

Mais, l'activité du sujet est également orientée vers les autres. Cela est vrai pour les activités collectives et individuelles. C'est la seconde orientation des médiations : les médiations interpersonnelles. Selon qu'il s'agit de connaître les autres ou d'agir, ces médiations peuvent être de nature épistémique ou pragmatique. Elles peuvent aussi prendre d'autres valeurs selon la nature de l'activité : médiation collaborative dans le cadre du travail collectif médiation intersubjective, médiation sociale, etc... L'appareil photo numérique rend possible des rapports aux autres différents de ceux autorisés par les appareils traditionnels. La photo d'une personne peut-être examinée immédiatement et conjointement par le « photographe » et le « photographié ». Le photographié peut l'examiner (en tant qu'image de lui-même (médiation réflexive) mais aussi du point de vue du regard porté sur lui par le photographe (médiation interpersonnelle). Un climat de défiance ou de confiance peut s'instaurer au fil des prises de vues. La nature des photos réalisées en dépendra directement.

Enfin, le sujet, dans son activité est également en rapport avec lui-même : il se connaît, se gère et se transforme lui-même. Il faut donc prendre en compte cette troisième orientation : les médiations réflexives qui concernent le rapport du sujet à lui-même médiatisé par l'instrument. Vygotski en avait donné un exemple suggestif : le nœud dans le mouchoir qui est destiné à se souvenir qu'il faut se souvenir... L'usage de l'appareil photo numérique pour faire des auto-portraits est également de ce type. Il s'agit de se photographier à des moments particuliers de vie et d'activité. Le critère qui domine alors est celui de la vérité de la personne et de son état à ce moment-là. C'est ce critère qui oriente la sélection ou la suppression des clichés dans l'étape suivante de visualisation. Lors de la consultation de l'ensemble des clichés, les photos considérées dans leur ensemble expriment une histoire de vie, et chacune est porteuse de situations, d'états intérieurs et de lieux particuliers. Ainsi les médiations dépassent le cadre temporel d'une activité donnée pour s'inscrire dans la durée et l'histoire propre des sujets.

Vygotski avait fait des médiations à soi-même et aux autres une caractéristique d'un type particulier d'instrument - les instruments psychologiques. Pour autant, ces médiations ne sont pas caractéristiques d'une classe d'instrument particulier. Tout instrument constitue potentiellement un médiateur pour ces trois types de rapports, qui peuvent être co-présents au sein de chaque activité instrumentée (Rabardel Samurçay 1993).

Cela n'implique pas que tous les instruments doivent être considérés comme équivalents. L'un ou l'autre des rapports est habituellement dominant (par constitution ou en fonction des



situations), les autres étant d'importance moindre, généralement subordonnés au rapport dominant, parfois absents.

L'ensemble des médiations intervient dans l'activité productive comme dans l'activité constructive dont les orientations et les horizons temporels sont très différents :

- La temporalité de l'activité productive est celle de l'accomplissement des tâches. Son horizon est celui de telle ou telle action ou chaîne d'actions, correspondant à une mission (donnée, prescrite ou attendue du travailleur) ou à un projet du sujet.
- La temporalité de l'activité constructive est celle du développement, de la genèse. L'horizon des activités constructives est celui du développement du sujet, de la personnalité, de la professionnalité...

## II.1. L'instrument

Nous avons, jusqu'à ce point, confondu dans notre discours l'instrument avec l'artefact matériel. Nous allons maintenant approfondir la notion d'instrument en considérant que l'instrument ne peut se réduire à l'artefact, l'objet technique ou la machine selon les terminologies. Leontiev (1981) a proposé l'idée d'organes fonctionnels psychiques résultant du développement de l'enfant. Constituant des unités fonctionnelles qui associent des entités hétérogènes, ils se maintiennent comme des totalités fonctionnelles tout en étant susceptibles de réaménagements. Cette idée a été reprise et développée notamment dans le champ des Human Computer Interaction (Kuutti & Kaptelinin 1999) en considérant que, du point de vue de l'activité médiatisée, le système à prendre en compte est constitué par un humain toujours équipé d'une multiplicité d'organes fonctionnels dont le développement s'inscrit à la fois dans un contexte culturel et dans une histoire personnelle d'interactions avec le monde. Un nouvel artefact ne devient pas nécessairement un organe fonctionnel. C'est une potentialité qui suppose la construction d'une articulation avec l'activité du/des sujet(s).

L'idée de l'instrument comme unité mixte est donc largement partagée. Envisageons maintenant les différentes composantes de l'instrument médiateur de l'activité (Rabardel, 1995). Il est constitué :

- d'une part, d'un artefact, matériel ou symbolique, produit par le sujet ou par d'autres ;
- d'autre part, de schèmes d'utilisation associés, résultant d'une construction propre du sujet, autonome ou d'une appropriation de schèmes sociaux d'utilisation déjà formés extérieurement à lui.

Nous allons approfondir le concept de schème d'utilisation et spécifier les différents types de schèmes qui composent la classe des schèmes d'utilisation.

## II.2. Les schèmes d'utilisation

Les schèmes liés à l'utilisation d'un artefact peuvent avoir deux statuts selon qu'ils sont orientés :

- vers la gestion des caractéristiques et propriétés particulières de l'artefact, il s'agit des schèmes d'usage. Dans l'exemple de l'appareil photo numérique, les schèmes d'usage permettent d'utiliser les commandes, de circuler dans les menus... Bref de gérer les interactions avec l'artefact. Les schèmes d'usage correspondent au niveau d'analyse des approches centrées sur l'interaction homme-machine ;
- vers l'objet de l'activité, il s'agit des schèmes d'action instrumentée. Ces schèmes incorporent les schèmes d'usage et sont constitutifs de ce que Vygotsky appelait les "actes instrumentaux", pour lesquels il y a recomposition de l'activité dirigée vers le but principal du sujet du fait de l'insertion de l'instrument. Dans l'utilisation de l'appareil photo numérique, ils organisent, par exemple, la visée, la prise de vues etc.

Le caractère de schème d'usage ou de schème d'action instrumenté ne réfère donc pas à une propriété du schème en lui-même, mais à son statut dans l'activité finalisée du sujet.

Les usages instrumentaux ne se limitent pas au seul sujet individuel. Un même artefact (ou une même classe d'artefacts) peut, dans le contexte d'activité collective, être utilisé simultanément ou conjointement, par exemple pour la réalisation d'une tâche commune ou partagée (Folcher 1998).

Un troisième niveau de schèmes d'utilisation doit donc être envisagé : celui des schèmes d'activité collective instrumentée. Ils portent, d'une part, sur la spécification des types d'action et de résultats acceptables, et, d'autre part, sur la coordination des actions individuelles et l'intégration de leurs résultats comme contribution à l'atteinte des buts communs.

Les différents types de schèmes que nous venons de distinguer forment la classe des schèmes d'utilisation. Les schèmes d'utilisation ont à la fois des modalités d'existence privées, c'est-à-dire propres à chaque individu, et sociales.

La dimension privée tient au caractère singulier de l'élaboration et de l'histoire des schèmes par chacun d'entre nous. Ainsi, ce sont les caractéristiques propres à chaque individu des schèmes d'écriture manuelle qui rendent l'écriture de chacun d'entre nous spécifique et reconnaissable.

La dimension sociale tient à ce que les schèmes s'élaborent au cours d'un processus où le sujet n'est pas isolé. Les autres utilisateurs, mais aussi les concepteurs des artefacts, contribuent à cette émergence des schèmes. Les schèmes sont partagés dans des communautés de pratiques et dans des groupements sociaux plus larges, « mis en patrimoine » à partir des créations des individus ou des collectifs, et transmis de façon plus

ou moins formalisée (renseignements transmis entre utilisateurs, notices, modes d'emplois, formations structurées autour des systèmes techniques complexes).

Les schèmes sociaux d'utilisation ont les propriétés générales des schèmes d'abord mises en évidence par les recherches de l'école Piagétienne, telle l'assimilation des situations nouvelles auxquelles le sujet est confronté. Le processus d'assimilation permet de mettre en œuvre des formes de l'activité pré-organisées tout en prenant en compte la singularité instantanée et, un certain niveau, la diversité des situations qui caractérise l'extension de la classe des situations. L'assimilation concerne autant les caractéristiques de l'artefact (schèmes d'usages) que les relations à l'objet, aux autres sujets et aux situations (schèmes d'activité instrumentée).

Lorsque les artefacts ou les situations résistent à l'assimilation, c'est le processus d'accommodation qui devient, pour un temps, dominant. Ainsi, les schèmes de conduite automobile d'un conducteur expérimenté lui permettent de passer relativement facilement d'un véhicule à l'autre. Mais le passage d'un véhicule à boîte de vitesse mécanique à un véhicule à boîte automatique implique le plus souvent une transformation des schèmes d'usage et des schèmes d'activité instrumentée (par exemple Galinier 1997).

Le processus d'accommodation aboutit à la transformation de schèmes disponibles, à leur fragmentation, et réorganisation, qui produisent progressivement de nouvelles compositions de schèmes ayant leur propre zone d'assimilation. De tels mécanismes émergent, par exemple, lorsque de nouveaux artefacts doivent être utilisés comme moyens de l'action ou encore lorsque celle-ci doit viser des objets nouveaux ou des transformations nouvelles sur ces objets.

L'assimilation de nouveaux objets et de nouveaux artefacts aux schèmes d'utilisation source de généralisation ; l'accommodation des schèmes source de différenciation permettent l'enrichissement et le développement du réseau des significations du sujet, au sein duquel sont étroitement associés artefacts, objets, schèmes d'utilisation, le sujet lui-même et les autres sujets.

C'est maintenant au problème de la constitution de l'instrument, de sa genèse, tant du côté du schème que de celui de l'artefact que nous allons nous consacrer.

### II.3. Le développement de l'instrument : genèse instrumentale

L'instrument médiateur, l'unité fonctionnelle mixte n'est pas donnée d'emblée aux utilisateurs. De nombreux auteurs ont insisté sur la nécessité d'une approche développementale de l'appropriation des outils et plus généralement des moyens médiationnels inscrits dans la culture (Bannon & Bodker ; 1991 ; Beguin Rabardel 2000 ; Folcher 1999 ; Kutti & Kaptelinin 1999 ; Rabardel 1995 ; Vygostki 1930 ; Wertsch 1998).

Prenons un premier exemple avec un système d'aide à la navigation pour la conduite en zone urbaine Forzy (1999). Les utilisateurs étaient familiers de l'utilisation du système et les analyses ont porté sur la comparaison de l'activité de conduite avec guidage par le système d'aide ou guidage par carte papier. Le constructeur automobile, voulait vérifier que le système ne mobiliserait pas trop l'attention des conducteurs mettant ainsi en péril la sécurité de la conduite. Contrairement aux attentes des concepteurs, l'usage du système n'améliore pas significativement les performances de navigation (sauf pour les sujets qui ont des difficultés particulières avec la carte). Par contre, contrairement aux craintes du constructeur et aux hypothèses explicites de l'expérimentateur, la qualité de la conduite s'améliore significativement. Les prises de risques et les erreurs ou transgressions des règles sont beaucoup moins nombreuses. Le processus de genèse instrumentale a donc orienté l'usage de l'artefact dans une direction très différente de ce qui avait été envisagé au cours de la conception.

Le questionnement des utilisateurs après l'expérimentation permet d'en comprendre les raisons. Les conséquences négatives des erreurs de navigation sont moindres avec le système : si une indication ne peut être suivie, il proposera toujours ensuite un nouveau cheminement. Les utilisateurs, de ce fait, développent les modalités d'usage de manière à favoriser la sécurité au détriment d'éventuelles erreurs de navigation beaucoup plus facilement rattrapées qu'avec la carte papier. La fonction dominante de l'instrument, finalement développée par les utilisateurs au cours de la genèse instrumentale, s'écarte fortement de la fonction principale de l'artefact développée par les concepteurs.

Le processus de genèse instrumentale est doublement orienté :

- Vers le sujet lui-même, par l'assimilation de nouveaux artefacts aux schèmes, l'accommodation des schèmes aux nouveaux artefacts : c'est l'instrumentation ;
- Vers l'artefact, par la spécification et l'enrichissement de ses propriétés par le sujet qui lui donne un statut de moyen pour l'action et l'activité :: c'est l'instrumentalisation.

Dans l'utilisation d'une clé anglaise à la place d'un marteau, le sujet s'appuie sur des propriétés précises de l'artefact : préhensibilité, longueur du bras de levier, masse, dureté de la partie destinée à frapper. C'est le schème d'utilisation préalablement formé qui lui permet à la fois de reconnaître la présence de ces différentes caractéristiques dans la clé anglaise, de lui attribuer la signification d'artefact marteau, et de régler localement les caractéristiques de son action en fonction des propriétés spécifiques de la clé. L'instrumentation consiste ici en une assimilation directe de l'artefact au schème d'utilisation, assimilation qui change la signification de l'artefact.

Souvent, cependant, ce processus d'assimilation ne peut pas être mis en oeuvre, ou, lorsqu'il l'est, il conduit à des situations problématiques. Il y a alors accommodation des schèmes.

Les artefacts auxquels sont confrontés les sujets en situation de travail, de formation ou de la vie quotidienne ont comme caractéristiques d'être élaborés pour réaliser des fonctions préalablement définies, fonctions que nous proposons de nommer, à la suite de Mounoud, des fonctions constituantes. L'instrumentalisation de l'artefact fait émerger des fonctions nouvelles, momentanément ou durablement. Ces fonctions nouvelles, élaborées dans l'usage au cours des genèses instrumentales, sont des fonctions constituées.

## II.4 Les systèmes d'instruments

Les instruments ne sont pas isolés, chacun de nous en a une expérience intuitive. La rédaction de ce texte a, par exemple, impliqué pour ses auteurs, le recours à une multiplicité d'instruments. Ils ont été mobilisés au fil de l'action, en fonction de buts et des besoins opérationnels du moment. C'est la logique de cette activité située concrète et singulière qui, dans ce cas, a organisé les relations de complémentarité fonctionnelle entre les instruments et les séquences temporelles de leurs usages successifs ou concomitants.

Mais les instruments sont aussi organisés par le sujet en fonction des classes de situations et domaines d'activité qu'il rencontre régulièrement dans son activité : la boîte à outil que nous conservons dans le coffre de notre voiture, le sac de couture à portée de main etc, comprennent un ensemble d'instruments permettant de faire face aux principales situations de ces domaines d'interventions limités de notre vie de tous les jours.

De la même façon, des ensembles d'instruments liés entre eux, organisés en systèmes correspondent aux domaines d'activités ou d'intervention dans le champ du travail. Lefort (1982) est le premier, à notre connaissance, à avoir exploré le caractère systémique de la relation entre les instruments. Il a réalisé des observations en situation de travail pour analyser les usages des outils dans des activités de démontage (de dépannage ou d'entretien) du secteur mécanique, et montré que l'opérateur restructure l'outillage dont il dispose en fonction de son expérience et de ses compétences. Chaque outil remplit généralement sa ou ses fonctions prévues par les concepteurs mais aussi d'autres fonctions développées par les opérateurs. Une certaine redondance est ainsi introduite par l'opérateur dans son outillage. Elle permet une plus grande souplesse dans l'utilisation, ainsi qu'une plus grande variété de solutions adaptées aux particularités des situations. L'outillage, ainsi restructuré et organisé forme un ensemble homogène où se réalise, pour l'opérateur, un meilleur équilibre entre les objectifs d'économie et d'efficacité de l'action. Les fonctions et outils nouveaux, issus des genèses instrumentales ne font pas l'objet d'un développement isolé. Ils s'intègrent au reste de l'outillage de l'opérateur assurant ainsi un meilleur équilibre

d'ensemble de son outillage dans sa globalité. Les fonctions nouvelles forment un système d'ensemble avec les fonctions des instruments plus anciennement développés.

Minguy (1997) a étudié de façon très précise les caractéristiques d'un instrument progressivement développé par le capitaine d'un navire de pêche au large : sa carte personnelle de la zone de pêche. Il a mis en évidence le rôle spécifique tenu par cet instrument au sein du système d'instruments du capitaine du navire de pêche. Il permet au capitaine d'intégrer et de comparer des données issues des nombreux autres instruments dont il dispose. Il joue un rôle de pivot permettant de relier entre eux une multiplicité d'autres instruments.

Les systèmes d'instruments comprennent plusieurs niveaux d'organisation : classes de situations, familles et domaines d'activité (Rabardel, Bourmaud 2003) et organisent des artefacts de types différents: matériel, sémiotique, symbolique et plus largement des ressources qui sont hétérogènes dans leur nature.

Les systèmes d'instruments comme les instruments se développent, évoluent et se différencient en relation avec l'expérience des opérateurs. Nous faisons l'hypothèse que le développement par les opérateurs des systèmes instruments et plus largement de ressources tend à les rendre coextensifs à l'ensemble de leurs domaines d'activité. Leur évolution devrait donc ainsi refléter celles du domaine d'activité lui-même.

Mais les sources des genèses instrumentales (instruments et leur organisation en systèmes) ne se trouvent pas seulement dans la nécessité pour le sujet de s'adapter aux caractéristiques évolutives de tel ou tel domaine d'activité. Cette dynamique participe d'un développement plus général, celui du sujet et de son pouvoir d'agir qui s'inscrit à la fois dans des domaines d'activité spécifiques, mais aussi plus largement dans le « système de ses activités ». C'est cette question du pouvoir d'agir et de son développement que nous allons maintenant examiner.

## II. 5 Le pouvoir d'agir, entre activité productive et constructive

Le pouvoir d'agir se définit d'un point de vue intrinsèque en référence aux objets de l'activité du sujet et aux situations et domaines d'activités dans lesquelles elle se développe. Au plan fonctionnel, il s'agit des résultats, des transformations du monde, des événements que le sujet est capable de faire advenir. Au plan structurel, il s'agit de l'ensemble des ressources du sujet et de leur organisation : instruments, compétences, conceptualisations, schèmes et représentations associées ainsi que les capacités fonctionnelles du corps.... Le pouvoir d'agir du sujet répond à des critères multiples : efficacité, efficience, justesse, beauté, authenticité, critères et systèmes de valeurs dans lesquels son activité s'inscrit et auxquels elle répond. Une définition en extension du pouvoir d'agir est celle de l'ensemble des

dimensions de l'action sensée et normée, et de l'activité dans ses dimensions productive et constructive.

L'activité productive est dirigée vers l'atteinte des buts en situation ainsi que la configuration des situations de façon à ce que le sujet utilise au mieux son pouvoir d'agir. Ceci correspond à ce qui est thématiqué en ergonomie en termes d'augmentation des marges de manoeuvre, c'est-à-dire en termes d'ouverture de l'espace de délibérations possibles sur les fins comme sur les moyens, et donc de l'espace des compromis, des initiatives et des interventions possibles dans l'action située.

L'activité constructive est orientée vers l'accroissement, le maintien, la reconfiguration du pouvoir d'agir. Ainsi, un athlète à l'entraînement construit et perfectionne ses schèmes en même temps qu'il optimise l'état fonctionnel de son organisme ; un travailleur vieillissant réorganise progressivement ses stratégies et développe de nouvelles compétences pour maintenir sa performance. L'activité constructive est également orientée vers le développement des possibilités de configuration des situations. Le sujet à partir de ce dont il dispose, développe son pouvoir d'agir en s'appropriant notamment les pré-construits sociaux (artefacts, concepts, schèmes, méthodes, normes, genres, mondes etc.) qui lui sont accessibles dans la société, les collectivités auxquelles il appartient et les collectifs auxquels il contribue.

Ces constructions du sujet se jouent dans les arènes sociales et publiques du travail comme dans celles des autres domaines d'activité du « système des activités ». Elles ont donc une double dimension sociale :

- La première tient à l'appropriation de l'externe déjà constitué, qui se réalise sur les deux dimensions distinguées par Wertsch (1998) : d'une part, un mouvement visant à la maîtrise de l'usage, d'autre part, l'adoption des instruments et des ressources comme pouvant être les siens ou même ceux de la collectivité toute entière. On retrouve ainsi les mécanismes plus généraux de transmission sociale des acquis analysés par les théories de l'activité et la psychologie culturelle (Vygotski 1930, Engeström 1990, Cole 1996).
- La seconde tient à ce que les genèses contribuent en retour à la dynamique évolutive des pré-construits sociaux au travers des modalités de diffusion informelle actuellement en développement mais aussi par l'intermédiaire des processus d'institutionnalisation et de mise en patrimoine au sein de systèmes d'ensembles eux-mêmes socialement organisés.

Dans le champ des relations entre les hommes, les artefacts et l'activité qui fait l'objet de ce chapitre, l'articulation entre les processus de genèse et les processus de conception se joue à plusieurs niveaux. C'est ce que nous allons examiner dans la dernière partie de ce chapitre.

### III. Pour une approche distribuée de la conception qui articule la conception pour l'usage à la conception dans l'usage

Revenons brièvement sur les différentes perspectives de la relation hommes-machines en les examinant en tant que modèles opérants pour l'ergonomie.

On peut considérer que les approches de l'interaction homme-machine et des systèmes hommes-machines partagent la préoccupation de décrire et formaliser le fonctionnement humain du point de vue de ses capacités et limites, physiologiques, cognitives, en vue d'une meilleure adaptation des systèmes techniques à l'homme.

Elles privilégient, d'une part, les caractéristiques de l'homme directement en relation avec l'interface (anthropométrie, capacités motrices, perceptives, cognitives), et, d'autre part, les processus cognitifs impliqués dans la réalisation de tâches dans les systèmes complexes (planification, raisonnement, mémoire, attention, vigilance...). Les approches de l'activité médiatisée privilégient l'activité située et s'attachent à identifier les invariants d'activité que développent les sujets dans les classes de situations et les domaines de leurs activités, le rôle des artefacts pour l'action, le développement des ressources pour l'activité et pour les sujets eux-mêmes.

Le mouvement actuel est celui du développement de modèles qui visent à rendre compte et anticiper l'activité des sujets. Ces modèles génératifs, ou formatifs Vicente (1999), s'attachent à éclairer, d'une part, l'engendrement de l'activité productive nécessairement singulière du fait de la spécificité et de l'imprévisibilité des situations, et d'autre part, la construction par le sujet des objets, des ressources et des conditions de son activité future possible. Dans le champ des artefacts techniques le développement des instruments par le sujet et les communautés correspond à ce second mouvement d'engendrement : celui de l'activité constructive.

Au travers des genèses instrumentales, les utilisateurs contribuent dans l'usage à la conception à la fois des artefacts, des schèmes d'utilisation, des usages et de leurs conditions. Ils tendent ainsi à mettre en cohérence, à rendre congruents les formes des artefacts et celles de l'activité. L'instrument entité composite de schème et d'artefact réalise concrètement cette mise en cohérence (Folcher 1999).

La conception apparaît ainsi comme un processus distribué et d'apprentissage mutuel (Rabardel 2001, Beguin 2002 ; Rabardel Beguin, 2003) entre des acteurs multiples, utilisateurs, ingénieurs, designers, ergonomes, marketeurs..., eux-mêmes confrontés à des situations très différentes, depuis l'usage jusqu'à la conception institutionnelle .

Ceci conduit à envisager une unité d'analyse et d'action pour la conception sensiblement plus large que celle traditionnellement limitée à la conception institutionnelle. Elle doit, nous



semble-t-il s'étendre à l'ensemble des processus et des acteurs et articuler les processus de conception dans l'usage aux processus de conception institutionnels.

Un des enjeux majeurs pour le développement de méthodologies de conception anthropocentrées est de trouver des solutions opérationnelles à la rencontre et à la fécondation réciproque des processus de conception dans l'usage - par les utilisateurs - et des processus de conception pour l'usage - par les concepteurs institutionnels - (Folcher 2003). Les apports de la perspective activité médiatisée par les instruments ont été développés par ailleurs. Nous nous contenterons donc d'en rappeler ici les principes :

- organiser le processus de conception autour des schèmes sociaux d'utilisation disponibles dans la société, la culture ou la collectivité destinataire de l'artefact ;
- concevoir des artefacts pour qu'ils facilitent la poursuite du processus de conception dans l'usage, le développement des genèses instrumentales ;
- s'inspirer des instruments issus des genèses instrumentales développées par les utilisateurs ; développer des processus de conception participative autour des genèses instrumentales .

La conception de d'artefacts anthropocentrés ne signifie pas que l'on doive adhérer sans restriction à ce qu'est ou ce que souhaite l'utilisateur à un moment donné. Elle peut aussi, tout en restant centrée sur l'homme, introduire des ruptures dans les schèmes et les instruments déjà développés et maîtrisés par les utilisateurs. Mais nous pensons que les ruptures, comme les continuités, doivent être choisies, explicitées et que le processus de conception doit viser à donner aux utilisateurs les moyens de les gérer au sein de leur activité. La conception doit viser à la création d'espace de possibles au sein desquels l'activité des utilisateurs peut se déployer, d'une part, pour l'activité productive, en fonction de la variabilité et de la singularité des situations, d'autre part, pour l'activité constructive, en permettant et facilitant le développement par le sujet des objets, ressources et conditions de son activité.

La conception dans l'usage qui vise l'inscription de l'artefact dans l'activité des utilisateurs suppose aussi, nécessairement, l'inscription dans l'activité des concepteurs eux-mêmes. Le rôle de l'ergonome est de rendre possible et efficace cette double inscription. Tout ceci appelle des modalités nouvelles d'organisation et de conduite des processus de conception portés par des collectifs congruents avec la distribution des contributions, dans l'usage et dans les institutions, et supportés par des méthodologies de conception ergonomique renouvelées (cf Béguin dans cet ouvrage).

## Bibliographie

- Bannon L.J., Bodker S., (1991) Beyond the interface : Encountering artifacts in use, in *Designing interaction. Psychology of Human Computer Interface*, Caroll J. M. ed. Cambridge University Press, 227-253.
- Bastien, J. M. C., & Scapin, D. L. (1995). Evaluating a user interface with ergonomic criteria. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 7, 105-121.
- Beguin P. Rabardel P. (2000) Designing for instrumented mediated activity, In O. Bertelsen, S. Bodker (eds) Information technology in human activity, *Scandinavian Journal of Information Systems*, vol 12, 173-190.
- Beguin P., (2002) Développement du sujet, mondes et développement de mondes communs, Communication à l'atelier de conjoncture « *Développement, fonctionnement : perspective historico-culturelle* », 4-5 Octobre, Cnam, Paris (à paraître Psychologie française, 2003).
- Cole M., (1996) *Cultural psychology : once and future discipline?*, Harvard University Press.
- De Montmollin M., (1999) (dir) *Vocabulaire de l'ergonomie*. Octares.
- Engeström Y., (1990) *Learning, Working and Imagining, twelve studies in activity theory*, orienta-konsultit OY, Helsinki.
- Folcher V., (1998) Collective and individual uses of a cooperative tool in a work setting : problems of design and reuse. *Proceedings of the third international conference on the design of cooperative systems, COOP'98* 26-29 Mai, Cannes, 25-28.
- Folcher V.,(1999) Des formes de l'action aux formes de la mémoire : un jeu de miroir ? In C. Lenay, V. Havelange (eds), "*Mémoires de la technique et techniques de la mémoire*", Eres, Vol XIII, n°2, 181-193.
- Folcher V., (à paraître 2003) Appropriating Artifacts as Instruments : When Design-For-Use meets Design-In-Use. *In Interacting With Computers*.
- Forzy J.F, (1999) Assessment of a driver guidance system: a multi-level evaluation, *Transportation Human Factors*, 1(3), 273-287.
- Galinier V., (1997 ) Concevoir autour des schèmes d'utilisation : l'exemple d'une boîte de vitesse semi-automatique, *International Journal of Design and Innovation Research*, N° 10, 41-58.
- Kuutti K., Kaptelinin V., (1999) Cognitive tools reconsidered from augmentation to mediation, in Marsh, J.P., Gorayska, B., Mey, J.L., eds. *Human interfaces, Questions of method and practice in Cognitive Technology*, Amsterdam, Elsevier, 145-160.
- Lefort B., (1982) L'emploi des outils au cours de tâches d'entretien et la loi de Zipf-Mandelbrot, *Le Travail Humain*, T. 45, N° 2, 307-316.
- Léontiev A. N., (1981) *Problems of the development of mind*, Moscow, Progress.

- Minguy J. L., (1997) Concevoir aussi dans le sillage de l'utilisateur, *International Journal of Design and Innovation Research*, N° 10, 59-78.
- Norman D. A., (1991) Cognitive artifacts, In J. Carroll (Eds) *Designing Interaction : Psychology at the Human Computer Interface*, Cambridge, Cambridge University Press, 17-38.
- Rabardel P., (1995) *Les hommes et les technologies, approches cognitive des instruments contemporains*, Armand Colin, Paris.
- Rabardel P., (2001) Instrumented mediated activity in situations, In Ann Blandford, Jean Vanderdonckt and Phil Gray (eds) *People and Computers XV- Interactions without frontiers*, Springer Verlag, 17-30.
- Rabardel P., Bourmaud G, (à paraître 2003) From computer to instrument system : a developmental perspective, in *Interacting with Computers*.
- Rabardel P, Samurçay R, (à paraître 2003) Artifact mediated Learning,. In Y. Engeström & M. Hasu (éds.), *New Challenges to research on Learning*. Lawrence Erlbaum..
- Vanderhaegen F., (1999) Cooperative system organization and task allocation : illustration of task allocation in air traffic control, *Le Travail Humain*, 62, 3, 197-222.
- Vicente K. J., (1999) *Cognitive work analysis, Towards Safe, Productive and Healthy Computer Based Work*, Lawrence Erlbaum Associated Publishers, Mahwah, NJ.
- Vygotsky L. S., (1930) La méthode instrumentale en psychologie, in *Vygotsky aujourd'hui*, B.Schneuwly et J.P. Bronckart (eds) Delachaux et Niestlé, 39-48.
- Wertsch J. V., (1998) *Mind as action*, Oxford University Press, New York.
- Woods D. D., Roth E., M., (1995) Symbolic AI computer simulations as tools for investigating the dynamics of joint cognitive systems, In J.M. Hoc, P.C. Cacciabue, E. Hollnagel (eds), *Expertise and technology : cognition and human-computer communication*, 75-90, Hillsdale, NJ. Lawrence Erlbaum Associates.