



L'organisation systémique des instruments : méthodes d'analyse, propriétés et perspectives de conception ouvertes

Gaetan Bourmaud

► **To cite this version:**

Gaetan Bourmaud. L'organisation systémique des instruments : méthodes d'analyse, propriétés et perspectives de conception ouvertes. Colloque de l'Association pour la Recherche Cognitive - ARCo'07 : Cognition - Complexité - Collectif, Nov 2007, Nancy, France. pp.61-76, 2007. <inria-00191128>

HAL Id: inria-00191128

<https://hal.inria.fr/inria-00191128>

Submitted on 23 Nov 2007

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

L'organisation systémique des instruments : Méthodes d'analyse, propriétés et perspectives de conception ouvertes

Gaëtan BOURMAUD

AXErgonomie
gaetan.bourmaud@axergonomie.com

Résumé – Cette communication s'appuie sur une étude portant sur les outils des opérateurs chargés de la planification et de l'ordonnancement de la maintenance dans une entreprise de télédiffusion. Nous nous inscrivons dans le cadre théorique des activités avec instruments qui propose une approche psychologique des outils, alors nommés instruments. Les instruments ne sont pas donnés d'emblée, ils sont constitués par le sujet lui-même dans le cadre de processus de genèses instrumentales assimilables à une poursuite de la conception dans l'usage. Notre travail se propose d'étudier les instruments comme un ensemble cohérent et organisé par le sujet pour répondre à la diversité des situations rencontrées, nous parlons alors de système d'instruments. Dans cette recherche, l'enrichissement du cadre théorique tient (1) en une approche méthodologique spécifique des systèmes d'instruments et (2) en la proposition de perspectives nouvelles pour une conception anthropocentrée sur la base des caractéristiques des systèmes d'instruments.

Mots-Clés – Instruments, Système d'instruments, Méthodes d'analyse, Perspectives de conception.

1. INTRODUCTION

Lefort (1978, 1982), en étudiant l'outillage d'un opérateur d'un atelier de mécanique, a été le premier selon nous à mettre en évidence le caractère d'ensemble des outils. Il a d'abord différencié et recensé les outils informels (« outils qui ne font pas l'objet d'une reconnaissance ou d'un recensement officiels », Lefort, 1982, p. 308) et les outils formels (outils dont l'utilisation correspond strictement à celle prévue, comme la clé pour visser, le marteau pour frapper, etc.). Il a ensuite montré que ces outils, pourtant différents, forment un ensemble homogène au service de l'opérateur pour l'atteinte du « meilleur équilibre entre les deux objectifs antagonistes de toute action concrète », i.e. la visée d'économie et la recherche d'efficacité.

Selon nous, une telle approche est également possible et appropriée dans les situations de travail composées d'outils de technologie plus évoluée. Nous pensons également que l'étude du caractère d'ensemble des outils doit pouvoir nourrir la question de la conception des artefacts.

Mené au sein d'une entreprise de télédiffusion et dans le cadre d'une thèse de doctorat de psychologie ergonomique sous Convention Industrielle de

Formation par la REcherche (CIFRE), ce travail porte sur les outils des opérateurs chargés de la planification et de l'ordonnancement de la maintenance dans une entreprise de télédiffusion. Cette communication se propose de traiter spécifiquement de l'organisation d'ensemble des outils de travail des opérateurs. En inscrivant notre travail dans le cadre théorique des activités avec instruments de Rabardel (1995), nous posons les concepts d'instruments et de systèmes d'instruments pour approcher respectivement les outils et leur organisation en ensembles.

Dans une première partie, nous présentons le cadre théorique mobilisé : l'approche instrumentale de Rabardel (1995), et en particulier la notion de système d'instruments. Nous questionnons également ici la théorie des systèmes.

Dans la seconde partie, nous détaillons la méthodologie particulière que nous avons développée conjointement avec P. Rabardel pour étudier l'organisation systémique des instruments. Puis, nous présentons succinctement les résultats obtenus ainsi que les principales propriétés des systèmes d'instruments mises en évidence.

En conclusion, les perspectives pour la conception ouvertes par notre étude sont discutées.

2. LES SYSTÈMES D'INSTRUMENTS

2.1. Le concept d'instrument

Pour Rabardel (1995), un instrument ne peut pas être considéré comme constitué *a priori*. Le concept d'instrument est une proposition intégrant un caractère de mixité, artefactuel pour une part et subjectif pour l'autre. L'instrument y apparaît en effet constitué comme suit.

– D'un artefact, ou d'une partie d'un artefact. L'artefact peut être matériel, cognitif, psychologique ou sémiotique. Il peut avoir été produit par le sujet, ou bien par d'autres. Enfin, l'artefact qui constitue l'instrument peut correspondre à une partie seulement de lui-même, *i.e.* une partie de son identité sociale et technique.

– De schèmes qui peuvent être définis comme des organisateurs de l'action des sujets. Ceux-ci « correspondent aux aspects invariants des actions pour des classes de situations connues » (Rabardel, 1995, p. 112). Le concept de schème est issu de la théorie piagétienne. Pour Piaget, les schèmes constituent en effet les moyens du sujet à l'aide desquels il peut assimiler les situations et les objets auxquels il est confronté. Pour Vergnaud (1991), les schèmes sont des organisateurs de l'activité, *i.e.* des organisations « de la conduite pour une classe de situation donnée » mais « ce qui est invariant c'est l'organisation de la conduite, non la conduite elle-même » (Vergnaud, 1991, p. 136). Il constitue « une totalité dynamique fonctionnelle » (Vergnaud, 1991). Ainsi, le schème s'adapte aux caractéristiques de la

situation traitée (Vergnaud, 1991). Il s'actualise sous la forme d'une procédure adaptée aux particularités de la situation (Rabardel, 1995). Les schèmes présentent enfin un caractère double : ils sont à la fois de l'ordre du privé et du social. Le sujet, au travers de son histoire personnelle, va élaborer ses propres schèmes. Cependant, il n'est pas isolé et les autres sujets vont eux aussi participer, par l'intermédiaire de la mise en partage et de la transmission des schèmes, à cette élaboration.

2.2. Les plans d'organisation de l'activité

Rabardel (2001) a aussi souligné les relations existant entre les instruments et les plans d'organisation du domaine d'activité professionnel des sujets, i.e. les classes de situations. La situation correspond au contexte dans lequel se déroule l'action (Rabardel, 1995). Les classes de situations sont, elles, constituées par le sujet qui regroupe dans une même classe, l'ensemble des situations pour lesquelles il poursuit le même objet de l'activité. Les classes de situations font donc appel à un ensemble d'activités caractéristiques d'un domaine (Vidal-Gomel, 2001). Les instruments n'apparaissent ainsi pas seulement mobilisés dans des situations singulières, ils sont aussi liés aux dimensions invariantes des classes de situations formant le domaine d'activité professionnel. Nous avons par ailleurs montré que les classes de situations sont elles-mêmes organisées en regroupements de niveau supérieur : les familles d'activité (Rabardel et Bourmaud, 2003). Les familles d'activité regroupent et organisent donc l'ensemble des classes de situations qui correspondent à un même type de finalité générale de l'action. Nous avons par ailleurs pu montrer que des classes de situations peuvent être communes à plusieurs familles. Ainsi, le domaine d'activité professionnel comprend l'ensemble des classes de situations et des familles d'activité qui sont susceptibles de relever de l'intervention professionnelle de l'opérateur. Nous avons donc conclu que les instruments sont liés à la fois aux classes de situations et aux familles d'activité composant le domaine d'activité.

2.3. La notion de système d'instruments

La notion de système d'instruments a plusieurs fois été avancée précédemment. Nous allons ici la développer plus précisément et nous appuyer sur la théorie des systèmes pour enrichir cette notion.

Dans la suite de Lefort (1982), les recherches et travaux de Rabardel (1995), Minguy (1995, 1997), Vidal-Gomel (2001, 2002a, 2002b) et Zanarelli (2003) permettent d'établir une liste relativement riche des caractéristiques des systèmes d'instruments :

– un système d'instruments organise de vastes ensembles d'instruments et de ressources de nature hétérogène ;

- un système d'instruments est lié aux objectifs de l'action poursuivis par le sujet et doit permettre l'atteinte d'un meilleur équilibre entre les objectifs d'économie et d'efficacité ;
- un système d'instruments présente comme caractéristiques des complémentarités et des redondances de fonctions ;
- un système d'instruments est différent d'un opérateur à un autre et est structuré en fonction de son expérience et de ses compétences ;
- dans un système d'instruments, un instrument joue un rôle particulier d'organisateur, de pivot pour les autres instruments.

Cette liste des caractéristiques des systèmes d'instruments n'est probablement pas exhaustive, et notre objectif est de contribuer à l'enrichir.

Dans cet objectif, la théorie des systèmes doit, selon nous, permettre de retenir des lois et/ou des principes méthodologiques réutilisables pour notre travail d'analyse des systèmes d'instruments.

Un système est généralement caractérisé par quatre concepts fondamentaux (Morin, 1977-1991 ; Morin et Le Moigne, 1999 ; Lugan, 1996 ; Durand, 2002).

– L'interaction : ce qui paraît important dans un système, ce sont les relations entre les différents éléments qui le composent ; ces relations peuvent prendre différentes formes telles l'interdépendance, la relation causale, le feed-back, l'inter rétroaction, etc. ;

– La globalité : c'est ici bien plus que la somme des éléments. Viennent en effet s'ajouter les émergences : concept avancé par Morin pour souligner « des qualités et des propriétés qui naissent de l'organisation d'un ensemble » (Morin et Le Moigne, 1999, p. 57), les émergences présentent « un caractère de nouveauté par rapport aux qualités ou propriétés des éléments considérés isolément ou interrelationnés différemment dans un type de système » (Lugan, 1996, pp. 40-41) ;

– L'organisation : ce concept est à la fois un état et un processus, « l'organisation assure une solidarité relative à ces liaisons, et assure une certaine pérennité au système » (Lugan, 1996, p. 40). Ce sont ici les questions de l'agencement des éléments et de leurs relations qui apparaissent centrales ;

– La complexité : concept développé par Morin qui – notamment dans son ouvrage de 1999, intitulé « L'intelligence de la complexité », co-signé avec Le Moigne – se déclare réfractaire au réductionnisme et à l'atomisme, trop souvent présents selon lui dans les travaux scientifiques classiques, au profit de la complexité – considérée comme « beaucoup plus une notion logique qu'une notion quantitative » (Morin et Le Moigne, 1999, p. 46) – « quitte à admettre qu'on ne puisse en saisir et comprendre toute la richesse » (Durand, 2002, p. 10).

Aussi, plusieurs principes semblent importants à retenir concernant les systèmes (d'après Morin et Le Moigne, 1999 ; Lugan, 1996 ; Durand, 2002).

- Un système est un ensemble fait de plusieurs éléments en interaction.

- Un processus général d'emboîtement régit l'organisation des systèmes : ainsi, des systèmes peuvent être éléments de systèmes plus larges.
 - Un système est plus que la somme des éléments qui le composent : il possède des propriétés irréductibles à celles de ces composants, des relations définissantes (*cf.* par exemple le concept d'émergence).
 - Un système peut être, à l'inverse, moins que la somme des éléments qui le composent : c'est ici le concept de contraintes, *i.e.* les qualités ou propriétés inhibées par l'organisation de l'ensemble, car « toute relation organisationnelle exerce des restrictions ou contraintes sur les éléments qui lui sont soumis (...) autrement dit, l'ordre systémique se paie d'un certain nombre de contraintes » (Lugan, 1996, p. 42).
 - Un élément du système est plus que ce même élément pris isolément, *i.e.* pris hors du système (*cf.* par exemple ici aussi le concept d'émergence), Lugan (1996, p. 43) illustre ce point en proposant l'exemple suivant : « grâce à la culture dans les sociétés humaines, les individus développent leur aptitude au langage, à l'artisanat, à la création, etc. En d'autres termes, de nombreuses qualités individuelles émergent dans le système social ».
 - Un système est un ensemble de complémentarités et d'antagonismes entre les éléments, il va donc se jouer un équilibre au plus juste pour permettre leur organisation.
 - Un système est évolutif, il peut en effet se transformer par l'intermédiaire de deux processus opposés : une plus haute intégration et une désagrégation (partielle par l'affaiblissement des liaisons entre composants, ou bien totale par la destruction de ces liaisons).
 - Enfin, par le renforcement de ses relations définissantes et la variété des éléments agissants sur lui, un système va viser à assurer sa propre conservation.
- La mise en évidence d'un système d'instruments doit nécessairement passer par la démonstration de ces caractéristiques et principes. De même, au regard des précédents travaux portant sur la notion de système d'instruments, une attention toute particulière doit être portée à la méthodologie à employer pour analyser le caractère systémique des instruments, pour s'assurer d'une part de son approche directe et globale et d'autre part pour viser la mise en évidence de ses différentes caractéristiques.

3. L'ANALYSE DES SYSTÈMES D'INSTRUMENTS

3.1. Présentation de la méthodologie utilisée pour étudier les systèmes d'instruments des Ordonnanceurs : la MDSR

3.1.1. Les sujets : les Ordonnanceurs

L'Ordonnanceur s'affirme comme le « chef d'orchestre » de la maintenance (BTE, 1992b) :

- en assurant davantage la régulation et les compromis nécessaires que l'optimisation de la maintenance ;

- en organisant les interventions et en les fixant sur le planning ;
- en déterminant le travail de chaque technicien ;
- en articulant les informations de chacun pour se construire le système global de connaissances indispensable à sa propre activité ;
- en étant le seul à disposer d'une vision globale du travail de maintenance (les interventions à réaliser, en cours et réalisées).

Son rôle est aussi celui d'un « médiateur », dans le service maintenance mais pas seulement : il est constamment en relation avec la production, avec la direction et très souvent avec les clients eux-mêmes et, à ce titre, il doit :

- expliquer et argumenter les opérations réalisées ou en cours, les retards, les prochaines interventions, etc. ;
- négocier de nouveaux délais lorsque les ressources internes (intervenants) ne peuvent assurer l'opération dans les temps impartis ;
- etc.

Pour finir, ordonnancer, c'est gérer des contraintes pour fixer le travail des autres.

3.1.2. La passation

La passation de la méthodologie est réalisée individuellement, au poste de travail de chaque Ordonnanceur, et généralement en fin de vacation de travail.

3.1.3. Précisions sur la méthodologie

Nous livrons à la suite des précisions concernant la méthodologie utilisée pour étudier les systèmes d'instruments des Ordonnanceurs.

L'inventaire des classes de situations et des artefacts

Les analyses de l'activité précédemment réalisées nous ont permis d'établir une liste complète des classes de situations rencontrées par les Ordonnanceurs et des artefacts présents à leur poste. Nous n'avons donc pas procédé une nouvelle fois à leur inventaire, mais au contraire les deux listes ainsi constituées ont été utilisées en l'état comme éléments de base pour chaque entretien.

L'émergence des familles d'activité

Nous avons procédé ici à un recueil systématique de ce niveau d'organisation du domaine d'activité pour chacun des sujets. En posant les questions suivantes, à chaque sujet : « certaines classes de situations vous semblent-elles proches les unes des autres ? si oui, comment nommeriez-vous chacun des ensembles qu'elles forment ? », nous attendions que ceux-ci organisent les classes de situations au niveau plus général des familles d'activité.

La consigne et les scénarios

La consigne suivante a été donnée à chaque sujet : « Nous vous proposons de tester, à voix haute, différents scénarios dans lesquels vous devez procéder à [nom d'une des classes de situations, par exemple « la programmation d'une intervention urgente »] alors que l'un de vos outils de travail habituellement utilisés est défaillant. » Les différents artefacts listés préalablement ont été successivement présentés comme défaillants et le sujet a dû analyser et discuter les possibilités de réaliser l'activité de [nom d'une des classes de situations, par exemple « programmation d'une intervention urgente »] en substituant d'autres ressources à l'artefact défaillant. Il a aussi été demandé à chaque sujet de décrire comment, en mobilisant les ressources de substitution, il pourrait finalement réaliser son activité.

L'utilisation d'une grille d'analyse

Nous avons utilisé une grille d'analyse comme guide pour mener les entretiens. La grille était constituée des 6 dimensions suivantes : l'Artefact Habituel (AH), sa Fréquence d'Usage (FU), les Ressources de Substitution (RS), les Fonctions à Substituer en cas de Défaillance (FSD), les Conditions de Substitution (COS), la Valeur de la Substitution (VS). Nous avons complété alors systématiquement chacune des grilles au fur et à mesure de l'entretien. Nous nous sommes ainsi servi des grilles pour procéder à des relances. Enfin, les sujets pouvaient à tout moment les consulter.

Les verbalisations comme données brutes et leur retranscription

Les données produites sont les verbalisations de chaque sujet confronté aux différents scénarios recueillies à l'aide des entretiens. Soulignons que les verbalisations étaient systématiquement enregistrées à l'aide d'un magnétophone, ou bien d'une caméra, ce qui nous a permis par la suite d'en effectuer une retranscription fidèle. Ce sont ces retranscriptions qui étaient finalement utilisées pour la constitution des grilles.

Le traitement des données

Dans ce travail, nous avons réalisé une analyse spécifique de chaque protocole, en tâchant d'intégrer dans les différentes grilles le plus fidèlement possible les termes formulés par le sujet, afin d'éviter toute éventuelle interprétation du discours.

3.2. Un exemple de grille pour illustrer les résultats obtenus

En guise d'illustration des résultats obtenus, nous proposons d'examiner l'une des grilles d'analyse de l'un des 12 sujets de notre étude pour une classe de situation donnée (« Programmation d'une intervention »,

cf. Tableau 1). Nous présentons également à la suite un extrait de l'entretien utilisé pour constituer la grille.

Classe de Situations	Artefact Habituel	Fréquence d'Usage	Fonctions à Substituer en cas de défaillance	Ressources de Substitution	Valeur de la Substitution	Conditions de Substitution	
CS_15 (Programmation d'une intervention urgente)	AH_25 (Tableau d'Activité Informatique)	FU_1 (Toujours)	FSD_12 (Visualiser l'ensemble des interventions programmées - réalisées, en cours ou planifiées)	No_RS			
			FSD_58 (Visualiser les intervenants en service)	RS_13 (GMAO)	VS_5 (Moins pratique) VS_15 (Plus complet)	COS_1 (Pas de conditions de substitution spécifiques)	
				RS_30 (Tableau de Service Hebdomadaire Papier)	VS_10 (Satisfaisant)	COS_1 (Pas de conditions de substitution spécifiques)	
			FSD_59 (Visualiser l'ensemble des jours libres pour affectation)	RS_13 (GMAO)	VS_5 (Moins pratique) VS_15 (Plus complet)	COS_1 (Pas de conditions de substitution spécifiques)	
	VS_10 (Satisfaisant)	COS_2 (Possibilité de joindre un interlocuteur)					
	AH_8 (Demande d'intervention Fax Papier)	FU_1 (Toujours)	FSD_4 (Disposer du détail de la demande d'intervention)	RS_35 (Appel aux autres) RS_16 (Messagerie Electronique CPO)	VS_5 (Moins pratique)	COS_1 (Pas de conditions de substitution spécifiques)	
			FSD_6 (Disposer de la demande d'intervention écrite du client faisant foi)	No_RS			
	Lorsqu'une demande d'intervention urgente a été jugée pertinente, l'ordonnancier procède à l'aide du Tableau d'Activité à son affectation à un intervenant	AH_15 (Journal de Bord)	FU_1 (Toujours)	FSD_62 (Noter les éléments de détail de la demande d'intervention)	No_RS		
		AH_6 (Consignes de Production)	FU_4 (Rarement)	FSD_7 (Vérifier les détails d'intervention correspondant à la demande d'intervention)	RS_14 (Intranet)	VS_5 (Moins pratique) VS_6 (Moins rapide)	COS_1 (Pas de conditions de substitution spécifiques)
					RS_34 (Mémoire personnelle du sujet)	VS_20 (Bien) VS_8 (Moins précis)	COS_4 (Disponibilité des connaissances en mémoire)
AH_3 (Cartes géographiques avec Emplacement des Sites)		FU_4 (Rarement)	FSD_61 (Disposer des informations sur la distance et le trajet entre les différents sites)	RS_4 (Cartes géographiques ordinaires)		VS_8 (Moins précis)	COS_1 (Pas de conditions de substitution spécifiques)
	RS_35 (Appel aux autres)			VS_5 (Moins pratique) VS_10 (Satisfaisant)	COS_2 (Possibilité de joindre un interlocuteur) COS_4 (Disponibilité des connaissances en mémoire)		
FA_3 (Organisation des Interventions)							

Tableau 1 : Un exemple de grille de l'un des 12 sujets de notre étude.

Extrait de la retranscription de l'entretien du Sujet 12 correspondant à la grille présentée	
<p>Nous présentons ici un extrait de la retranscription de l'entretien du Sujet 12 correspondant à la Classe de Situations présentée (CS_15 : « Programmation d'une intervention urgente »), concernant essentiellement le TA (haut de la grille) :</p>	
–	Analyste : « donc maintenant si tu veux on continue et on peut voir pour la programmation d'une intervention urgente si t'es OK »
–	Sujet 12 : « OK donc là alors pour une urgente alors on peut bien sûr prendre le tableau d'activité en premier comme lui on en a toujours besoin on a aussi la demande évidemment le journal de bord en plus euh voilà je crois en tous cas pour ceux que j'utilise systématiquement sinon y a aussi les consignes de prod (consignes de production) que je consulte enfin c'est plutôt rare quand même et puis on peut aussi ajouter les cartes au mur éventuellement si j'ai besoin de voir enfin enfin de vérifier des sites sur lesquels on va pas souvent voilà pour la liste des outils ensuite à quoi ils me servent chacun donc bah pour le tableau d'activité on peut dire que ça me sert d'abord à voir où sont les gars leur vacation aussi et aussi ce qu'ils font ou à voir si y a pas un trou si un gars a rien c'est rare mais bon si la demande est tôt dans la journée c'est possible »
–	Analyste : « et qu'est-ce qui peut remplacer le tableau d'activité pour voir où sont les intervenants et savoir ce qu'ils font et aussi donc si y en a un de libre ? »
–	S12 : « bah de toute façon pour voir ce qu'ils font c'est sûr qu'y a rien d'autre que le tableau d'activité y a pas d'autres outils ça c'est sûr c'est justement pour ça qu'on a besoin du tableau d'activité parce que si c'est juste pour savoir leur vacation on peut le voir avec (la GMAO) ou même le tableau de service que j'ai là à côté et pareil pour voir les trous euh enfin quand y en a un qui a rien quoi y a (la GMAO) »
–	Analyste : « et donc si tu utilises (la GMAO) en remplacement du tableau d'activité par exemple quand tu dis que tu peux l'utiliser pour voir les vacations des intervenants qu'est-ce que tu peux dire de ce remplacement ? »
–	S12 : « c'est sûr on peut prendre (la GMAO) mais bon c'est vraiment moins pratique ce sera plus complet mais bon quand même par contre tu vois là le tableau de service bah c'est satisfaisant pour ça »
–	Analyste : « et pour voir les trous ? qu'est-ce que tu en penses du remplacement par euh (la GMAO) t'avais dit ? »
–	S12 : « ouais j'avais dit (la GMAO) donc là c'est pareil pour moi tu vois c'est moins pratique même si c'est vrai que c'est plus complet dans ce cas »
Analyse correspondant à cet extrait	
<p>Avec cet extrait de l'entretien, nous avons pu inscrire dans la grille concernant le Tableau d'Activité :</p>	
–	une Fréquence d'Usage estimée à « Toujours » ;
–	3 Fonctions à Substituer en cas de Défaillance : FSD_12 (Visualiser l'ensemble des interventions programmées - réalisées, en cours ou planifiées) + FSD_58 (Visualiser les intervenants en service) + FSD_59 (Visualiser l'ensemble des jours libres pour affectation) ;
–	pas de Ressources de Substitution (No RS) pour la FSD_12 (Visualiser l'ensemble des interventions programmées - réalisées, en cours ou planifiées) donc sans Valeur de la Substitution ni Conditions de Substitution ;
–	la GMAO (RS_13) comme Ressource de Substitution de la FSD_58 (Visualiser les intervenants en service) avec comme Valeurs des Substitutions VS_5 (Moins pratique) + VS_15 (Plus complet) et comme Conditions de Substitution COS_1 (Pas de conditions de substitution spécifiques) ;
–	le Tableau de Service Hebdomadaire (RS_30) comme Ressource de Substitution de la FSD_58 (Visualiser les intervenants en service) avec comme Valeur de la Substitution VS_10 (Satisfaisant) et COS_1 (Pas de conditions de substitution spécifiques) ;
–	la GMAO (RS_13) comme Ressource de Substitution de la FSD_59 (Visualiser l'ensemble des jours libres pour affectation) avec comme Valeurs des Substitutions VS_5 (Moins pratique) + VS_15 (Plus complet) et COS_1 (Pas de conditions de substitution spécifiques).

3.3. Les propriétés des systèmes d'instruments

Plusieurs propriétés peuvent être tirées des analyses réalisées à partir des protocoles des 12 sujets de notre étude.

3.3.1. *Hétérogénéité des ressources participant à l'organisation systémique des instruments*

Nous retrouvons ici un résultat déjà avancé par Lefort (1978, 1982) et Vidal-Gomel (2001, 2002a, 2002b) : les ressources participant à l'organisation systémique des instruments sont de nature hétérogène. Dans notre étude portant sur les systèmes d'instruments des Ordonnanceurs, nous avons vu que des artefacts institutionnels – comme l'outil GMAO, les Consignes de production, etc. – cohabitent avec des artefacts informels, pour reprendre la terminologie de Lefort (1982) – comme le Tableau d'Activité, le Journal de Bord – mais on constate que des ressources internes – comme « la mémoire du sujet » ou bien « les autres » – sont également mobilisables. Pour conclure sur ce premier résultat, les systèmes d'instruments montrent une hétérogénéité des ressources y participant.

3.3.2. *Systèmes et sous-systèmes d'instruments : emboîtement de systèmes*

Les systèmes d'instruments apparaissent également organisés en plusieurs niveaux : des sous-systèmes d'instruments s'emboîtent dans d'autres systèmes. De plus, cette caractéristique d'emboîtement apparaît totalement liée aux plans d'organisation du domaine d'activité du sujet : ainsi, le système d'instruments principal (celui du domaine d'activité) est composé de sous-systèmes d'instruments (ceux des familles d'activité), eux-mêmes composés de sous-systèmes (ceux des classes de situations). Nous en proposons ainsi la représentation suivante :

Domaine d'Activité	=>	SYSTÈME D'INSTRUMENTS
Familles d'Activité	=>	SYSTÈMES D'INSTRUMENTS
Classes de Situations	=>	<i>systèmes d'instruments</i>

Ce résultat vient alimenter positivement selon nous l'hypothèse suivante : « le développement des systèmes d'instruments par les opérateurs tend à les rendre coextensifs à l'ensemble de leur domaine d'activité (...) leur évolution devrait donc refléter celle du domaine d'activité lui-même » (Rabardel et Bourmaud, 2003).

3.3.3. *Systèmes d'instruments et émergences*

Comme nous l'avons vu avant, la théorie des systèmes propose de considérer les « qualités et propriétés qui naissent de l'organisation d'un ensemble »

(Morin et Le Moigne, 1999, p. 57), comme des émergences ; celles-ci présentant « un caractère de nouveauté par rapport aux qualités ou propriétés des éléments considérés isolément ou interrelationnés différemment dans un type de système » (Lugan, 1996, pp. 40-41). Selon nous, notre étude permet d'affirmer que les systèmes d'instruments présentent les 4 types d'émergences suivants :

- la complémentarité des fonctions ;
- la redondance des fonctions ;
- l'existence d'un instrument pivot ;
- l'existence d'un sous-système pivot.

A la suite, nous discutons tour à tour de chacune de ces types d'émergences.

La complémentarité et la redondance des fonctions du système d'instruments

Les systèmes d'instruments montrent en effet la double caractéristique de la complémentarité et de la redondance des fonctions. Nous retrouvons ici des résultats déjà connus des systèmes d'instruments montrés par Lefort (1978, 1982), Vidal-Gomel (2001, 2002a, 2002b) et Zanarelli (2002). Nous considérons en effet que cette double caractéristique contribue simultanément à la robustesse du système et à la souplesse et l'adaptabilité de sa mobilisation en relation avec la variabilité des circonstances. Enfin, les caractéristiques de la redondance et de la complémentarité ressortent très nettement au travers de la structure systémique des grilles de la MDSR elles-mêmes.

L'existence d'un instrument pivot du système d'instruments

Comme une troisième émergences, parmi l'ensemble des instruments composant le système d'instruments principal, l'un d'eux se distinguent tout particulièrement : c'est l'instrument pivot du système d'instruments avancé par Minguy (1995, 1997). Dans ses analyses, essentiellement centrées sur l'activité en situation d'une part et sur les propriétés des artefacts d'autre part, Minguy (1995, 1997) avait montré que la carte de pêche présentait un caractère multifonctionnel, mobilisée par le patron pêcheur pour la mise en œuvre de fonctions diverses et variées et constitue le lieu :

- d'intégration de données provenant de sources multiples ;
- de la généralisation et la production d'informations inférées ;
- du traitement de données.

Nous avons d'autre part pu construire et mettre en évidence les indicateurs objectifs suivants du rôle d'instrument pivot :

- il présente la fréquence d'occurrences dans le domaine d'activité la plus élevée ;
- sa fréquence d'usage pour chacune des classes de situations dans lesquelles il est mobilisé est constamment estimée à toujours ;

– sa répartition est homogène et couvre ainsi dans sa plus large globalité le domaine d'activité du sujet.

L'existence d'un sous-système pivot du système d'instruments

Enfin, un deuxième type de pivot apparaît, constitué celui-ci de plusieurs instruments. Ils forment ainsi tous ensemble le sous-système pivot, dans lequel le TA joue un rôle central et organisateur. C'est donc ici un résultat nouveau qui :

- dépasse le concept d'instrument pivot unique ;
- renforce la notion de sous-système, avec un sous-système pivot ici.

3.3.4. Robustesse et adaptabilité des systèmes d'instruments

La double caractéristique de la complémentarité et de la redondance des fonctions contribue selon nous simultanément à la robustesse du système et à la souplesse et l'adaptabilité de sa mobilisation en relation avec la variabilité des circonstances. En effet, la présence de Ressources de Substitution montre que la fonction défaillante peut être assurée par une autre ressource aisément mobilisable par le sujet, puisqu'elle est un Artefact Habituel. De plus, dans certains cas même, des redondances de fonctions sont assurées par plusieurs Ressources de Substitution différentes. Il y a donc le plus souvent une ou des solutions alternatives en cas de défaillance d'un artefact ou d'une fonction : les Ressources de Substitution, dans leur grande majorité, sont des Artefacts Habituels et il y a ainsi les moyens, intrinsèquement, dans les systèmes d'instruments, de lutter contre les éventuelles défaillances. Les deux dimensions portant sur les Ressources de Substitution – Valeur de la Substitution et COnditions de Substitution – le mettent très nettement en évidence :

- dans une très grande majorité des cas, la Ressource de Substitution est jugée moins « efficace, pratique, sûre, précise, etc. » mais elle est possible ;
- dans une très grande majorité des substitutions, il n'y a également pas de COndition de Substitution spécifique : la Ressource de Substitution est en effet déjà un composant du système d'instruments.

3.3.5. Systèmes d'instruments et contraintes

A l'inverse des émergences, le concept de contraintes est avancé dans le cadre de la théories des systèmes pour rendre compte des qualités ou propriétés inhibées par l'organisation de d'ensemble des composants du système, car « toute relation organisationnelle exerce des restrictions ou contraintes sur les éléments qui lui sont soumis (...) autrement dit, l'ordre systémique se paie d'un certain nombre de contraintes » (Lugan, 1996, p. 42). Notre étude des systèmes d'instruments n'a pas permis de mettre en évidence de contraintes. Cependant, il ne nous est pas possible de conclure sur l'absence de contraintes dans les systèmes d'instruments. Seules de

nouvelles études permettraient de discuter ce point spécifique de la constitution des systèmes.

4. CONCLUSION : LA MDSR ET LES PERSPECTIVES POUR UNE CONCEPTION ANTHROPOCENTRÉE DES ARTEFACTS À DESTINATION DES ORDONNANCEURS

Nous pensons que les résultats de la mise en œuvre de la MDSR permettent au final d'ouvrir des perspectives pertinentes pour une conception anthropocentrée des artefacts à destination des Ordonnanceurs. Dans le cadre de notre travail de thèse et sur la base de ces perspectives, nous avons consacré une large part au projet de conception de New_TA en remplacement des anciens TA (Bourmaud, 2007).

4.1. Une analyse fonctionnelle globale de l'existant

Nous avons vu que la MDSR, avec une approche par les fonctions mobilisées dans chaque classe de situations permet d'établir de façon exhaustive la liste des fonctions constituant le système d'instruments des Ordonnanceurs. D'une manière générale, la MDSR constitue dès lors un outil d'analyse pour anticiper les rencontres fonctionnelles entre un nouvel artefact et les instruments déjà impliqués dans le système d'instruments des Ordonnanceurs.

4.2. La liste des fonctions de chaque artefact impliqué dans le système d'instruments

A un niveau plus spécifique, nous avons pu mettre également en évidence les fonctions supportées par les différents artefacts composant le système d'instruments. Ainsi, dans le cadre d'un projet de reconception d'un instrument existant, il apparaît dès lors possible de reprendre la liste de ses fonctions et de les poser comme les fonctions indispensables pour le nouvel artefact.

4.3. La liste des fonctions sans ressources de substitution

La mise en évidence des fonctions supportées par un seul artefact (les fonctions sans ressources de substitution) peut également être considérée comme une piste pour la conception : concevoir de nouveaux artefacts offrant ces fonctions. Il s'agirait alors d'assurer leur redondance en proposant une ressource de substitution possible jusque-là absente dans le système d'instruments des Ordonnanceurs.

4.4. La mise en évidence de ressources de substitution

Les ressources de substitution constituent, pour la plupart d'entre elles, des artefacts déjà à disposition des Ordonnanceurs. Ces artefacts constituent donc autant d'autres possibles que l'AH (i.e. l'artefact préférentiellement choisi supportant une fonction indispensable à l'activité de l'Ordonnanceur), mais ne sont pas choisis en raison de leur valeur relative estimée (que nous avons mesurée avec la dimension VS) ou des conditions spécifiques à leur mobilisation (que nous avons mesurées avec la dimension COS). Ainsi, il apparaît dès lors possible d'orienter la conception vers une amélioration de la VS et/ou des COS attribuées aux différentes ressources de substitution (RS). La redondance de la fonction ne ferait pas l'objet d'une modification, mais le nombre des artefacts à mobiliser pour sa mise en œuvre en serait significativement augmenté. Ce qui offrirait davantage de possibilités aux Ordonnanceurs.

5. BIBLIOGRAPHIE

- Bourmaud G. (2006). *Les systèmes d'instruments : méthodes d'analyse et perspectives de conception*. Thèse de Doctorat de Psychologie Ergonomique. Université Paris 8. En ligne : http://www.bu.univ-paris8.fr/web/collections/theses/bourmaud_gaetan.pdf
- Bourmaud G. (2007). Place des utilisateurs dans la conception : histoire d'un mouvement particulier. *13^{ème} Journée d'Étude sur le Traitement Cognitif des Systèmes d'Information Complexes - JETCSIC'2007*. Metz.
- BTE (1992b). *Maîtrise et gestion de la maintenance*. Tome 2. Paris, Lavoisier.
- Durand D. (2002). *La systémique*. Paris, PUF.
- Lefort B. (1978). *L'emploi d'outils dans la résolution de problèmes pratiques*. Thèse de Doctorat. Université de Dijon.
- Lefort B. (1982). L'emploi des outils au cours de tâches d'entretien et la loi de Zipf-Mandelbrot. *Le Travail Humain*, 45(2), 307-316.
- Lugan J.C. (1996). *La systémique sociale*. Paris, PUF.
- Minguy J.L. (1995). *Concevoir pour aider à l'action située. Le travail en passerelle de navires de pêche : rôle de la carte de pêche comme représentation*. Thèse de Doctorat d'Ergonomie. CNAM, Paris.
- Minguy J.L. (1997). Concevoir aussi dans le sillage de l'utilisateur. *International Journal of Design and Innovation Research*, 10, 59-78.
- Morin E. (1977). La nature de la Nature. *La Méthode*, Tome 1. Paris, Seuil.
- Morin E. (1991). Les idées, leur habitat, leur vie, leurs mœurs... *La Méthode*, Tome 4. Paris, Seuil.
- Morin E., Lemoigne J.L. (1999). *L'intelligence de la complexité*. Paris, L'Harmattan, Coll. Cognition & Formation.
- Rabardel P. (1995). *Les hommes et les technologies, approche cognitive des instruments contemporains*. Paris, Armand Colin. En ligne : <http://ergoserv.psy.univ-paris8.fr/>

- Rabardel P. (2001). Instrument mediated activity in situations. In A. Blandford, J. Vanderdonck, P. Gray (Eds.), *People and Computers XV - Interactions Without Frontiers*, (pp. 17-30). Springer-Verlag.
- Rabardel P., Bourmaud G. (2003). From computer to instrument system: a developmental perspective. *Interacting with Computers*, 15(5), 665-691.
- Rabardel P., Bourmaud G. (2005). Instruments et systèmes d'instruments. In P. Rabardel, P. Pastré (Eds.), *Modèles du sujet pour la conception. Dialectiques activités développement*. Paris, Octarès.
- Vergnaud G. (1991). La théorie des champs conceptuels. *Recherches en didactique des mathématiques*, 10(2-3), 133-170.
- Vidal-Gomel C. (2001). *Le développement des compétences pour gérer les risques professionnels. Le domaine de la maintenance des systèmes électriques*. Thèse de Doctorat de Psychologie Ergonomique. Université Paris 8. En ligne : http://www.bu.univ-paris8.fr/web/collections/theses/vidal-gomel_christine_1.pdf
- Vidal-Gomel C. (2002a). Systèmes d'instruments des opérateurs. Un point de vue pour analyser le rapport aux règles de sécurité. *Pistes* 4(2). En ligne : <http://www.pistes.uqam.ca/v4n2/articles/v4n2a2.htm>
- Vidal-Gomel C. (2002b). Systèmes d'instruments : un cadre pour analyser le rapport aux règles de sécurité. *Actes du XXXVIIème Congrès de la SELF* (pp. 134-144). Aix-en-Provence.
- Zanarelli C. (2003). *Caractérisation des stratégies instrumentales de gestion d'environnements dynamiques : Analyse de l'activité de régulation du métro*. Thèse de Doctorat de Psychologie Ergonomique. Université Paris 8. En ligne : http://www.bu.univ-paris8.fr/web/collections/theses/zanarelli_catherine.pdf

