
Représentation de pratiques dans le formalisme des graphes contextuels

Patrick Brézillon

LIP6, case 169, Université Paris 6

Patrick.Brezillon@lip6.fr

RESUME

La distinction entre une tâche prescrite et une tâche effective est bien connue (Leplat, 1985) mais sans effet notoire dans la conception des logiciels. Une première raison est que, pour une tâche prescrite, on peut observer autant de tâches effectives qu'il y a d'opérateurs accomplissant la tâche prescrite. Une deuxième raison est que la dimension contextuelle de la tâche n'est pas prise en compte explicitement dans les approches classiques. Dans le cadre de l'intelligence artificielle, nous présentons une modélisation du contexte et une implémentation sous forme de graphes contextuels pour représenter les tâches effectives que nous appelons pratiques. Les graphes contextuels permettent de prendre en compte la distinction entre les procédures officielles (les tâches prescrites) et les pratiques (les tâches effectives) qui sont considérées comme de véritables procédures contextualisées. Des systèmes informatiques basés sur ce formalisme offrent l'opportunité de donner un sens pratique à des concepts tels que ceux de schèmes d'action, de « mémoire d'entreprise », « méta-procédures » et de systèmes d'assistance intelligents basés sur le contexte.

MOTS-CLES

Intelligence artificielle, Décision, Graphe contextuel, procédure, pratique

1 INTRODUCTION

Il y a maintenant une communauté internationale bien établie qui s'intéresse à la notion de contexte, avec un site web¹, une liste de diffusion et une série de conférences internationales et interdisciplinaires. C'est au sein de cette communauté qu'a été réalisé le projet SART² (Brézillon, Calvacanti, Naveiro et Pomerol, 2000). Le but de ce projet était le développement d'un système d'assistance intelligent basé sur le contexte pour aider le responsable d'une ligne de métro (à Paris et à Rio de Janeiro) en situation d'incident. Un premier résultat de ce projet fût l'établissement d'un formalisme pour la représentation basée sur le contexte des connaissances et du raisonnement appelé graphes contextuels (Pasquier, Brézillon et Pomerol, 2003). Un second résultat est l'intégration au sein d'un même graphe contextuel d'une procédure officielle (pour résoudre un incident) et toutes les pratiques développées par les opérateurs à partir de cette procédure. Une pratique est une manière d'atteindre l'objectif de l'entreprise en transformant la procédure pour prendre en compte le contexte d'application de la pratique. En ce sens, une pratique est une contextualisation de la procédure officielle. Un troisième résultat concerne les capacités naturelles d'apprentissage, d'acquisition incrémentale de connaissances et de génération d'explications. Cependant, cette approche ne prend pas en compte totalement l'environnement (comme, par exemple, le tableau de commande optique).

En parallèle à cette communauté, principalement intéressée par la compréhension de l'activité de l'utilisateur et les aspects théoriques du contexte, il existe une autre communauté plus orientée vers les aspects pratiques du contexte à partir de données directement issues de capteurs (localisation, température) ou d'un premier niveau d'interprétation de ces données (25°C est chaud à Paris et froid à Rio de Janeiro). Les applications développées dans cette communauté se veulent sensibles au contexte (*context-aware applications*) et concernent des domaines aussi variées que le tourisme et la « e-maintenance ». Dans le cas du tourisme, l'idée est de fournir des informations temps réel, le contexte étant alors limité à des données quantitatives issues de l'environnement du touriste. Les interactions

¹ Voir à : <http://context.umcs.maine.edu/>

² Voir à <http://www.lip6.fr/SART/>

entre le touriste et l'application sensible au contexte peuvent se faire au moyen d'un téléphone cellulaire, un PDA, une borne d'information, une radio FM. Les faiblesses présentées par cette approche sont de trois types : (1) le contexte est limité aux données quantitatives de l'environnement qui sont récupérables par l'intermédiaire de capteurs, et la modélisation de l'utilisateur reste très frustrée, (2) la seule dynamique du contexte réside dans l'occurrence d'événements (plus ou moins incontrôlables) dans l'environnement, et (3) si les travaux dans la communauté précédente sont « centrés utilisateur », ceux qui sont dans cette communauté sont « centrés équipement ».

Aucune de ces deux approches n'est totalement satisfaisante, et il est nécessaire de trouver une généralisation qui subsume les avantages des deux approches en évitant leurs faiblesses respectives. Nous défendons donc en cela une position proche de celle de Dourish (2001) qui propose un concept de personnification (*embodiment*) pour allier l'informatique tangible et l'informatique sociale. Ceci suppose que l'on soit capable de gérer : des informations qui évoluent dans le temps (comme le temps de la visite d'un château par rapport aux horaires des visites) ; des informations provenant de sources diverses et hétérogènes (par exemple, la météo, la presse, les hôtels avec des chambres de libres) ; des connaissances sur les utilisateurs en général et sur un utilisateur spécifique (comme ses préférences artistiques, son profil tel que celui-ci peut être perçu par le système à travers ses actions) ; des logiciels comprenant une partie centralisée (en lien avec une base de données commune) et une partie mobile qui suit l'utilisateur dans ses déplacements ; et les interactions entre divers équipements. L'explicitation du contexte, à notre sens, permet de faire face à de tels challenges en proposant une utilisation des connaissances dans leur domaine de validité, une modélisation du contexte de l'utilisateur, d'une requête, etc.

La suite de ce papier est organisée de la manière suivante. Dans la section 2, nous présentons différents points de vue sur le contexte. Le besoin de centrer l'étude du rôle du contexte pour l'utilisateur est discuté dans la section 3 par rapport à la tâche de planification et exécution de plans, et par rapport à la distinction entre procédure et pratique. Ensuite les différentes manières d'explicitier le contexte sont présentées dans la section 4. Nous présentons ensuite dans la section 5 les propriétés des graphes contextuels pour représenter connaissances et raisonnements. Finalement, la section 6 discute différents challenges pour prendre en compte à la fois une modélisation du contexte et les applications sensibles au contexte.

2 POINTS DE VUE SUR LE CONTEXTE

On trouve dans la littérature différents points de vue sur le contexte : un moteur conceptuel, une couche interface pour les applications, une entrée implicite pour les applications, un médium de représentation des connaissances et du raisonnement, l'environnement du focus d'attention, etc. Il semble y avoir différents types de contexte dont un seul est d'intérêt : le contexte des interactions entre deux agents (au sens large du terme, humain ou machine) car c'est dans ce contexte que semblent évoluer les autres contextes (Cahour et Karsenty, 1993).

Dans la communauté Interface Homme-Machine, on définit le contexte à partir de caractéristiques qui peuvent être utilisées pour définir et interpréter une situation dans laquelle un utilisateur interagit avec une application à un moment donné. Dans le domaine des applications sensibles au contexte (context-aware systems), Dey et Abowd (1998) définissent le contexte comme toute information qui caractérise une situation ayant quelque chose à voir avec l'interaction entre des humains, des applications, et l'environnement immédiat. En intelligence artificielle, Brézillon (1999) définit le contexte comme ce qui n'intervient pas explicitement dans la résolution d'un problème mais contraint cette résolution. Toutes ces définitions sont assez voisines et ne diffèrent généralement que par leur contexte d'utilisation.

Un fait n'est pas significatif en soi, mais acquiert une signification dans le contexte de la personne qui l'utilise en prenant en compte ce qui intervient à cet instant. En conséquence, différents types de contexte émergent, comme le contexte physique (l'informatique ambiante), le contexte computationnel qui est modifié par les notions d'individu et de groupe (l'informatique écologique), et le contexte situé. Dans les applications dédiées au tourisme, l'objectif est de fournir au touriste des informations en temps réel. Ces informations portent sur l'environnement immédiat du touriste (comme le plan de l'étage où se trouve le touriste au musée), le moment auquel il envoie sa requête, des facteurs externes (comme la météo et les manifestations en cours), et surtout l'intérêt immédiat du touriste (voire du

groupe de touristes). De telles informations sont dites informations contextuelles parce qu'elles n'interviennent pas directement dans la requête du touriste mais vont contraindre la réponse qui lui sera donnée.

Les systèmes utilisant de telles informations contextuelles dans leurs actions sont appelés systèmes sensibles au contexte (context-aware systems) parce que leur efficacité repose essentiellement sur des aspects quantitatifs du contexte (comme la localisation de l'utilisateur et la météo). Par exemple, un système sensible au contexte peut proposer à un touriste la visite d'un château qui se trouve à 10mn de là où est le touriste. Si celui-ci signale au système qu'il est fatigué ou que le système détecte spontanément que la météo va changer et qu'il va pleuvoir dans moins de 10mn, alors le système peut changer ses plans et proposer une alternative par le bus, en fournissant les informations complémentaires sur où prendre le bus, acheter le ticket et l'heure de passage du prochain bus. Ceci montre que le contexte possède une dimension dynamique et que le système doit pouvoir se mettre dans un état de veille attentive tout au long de l'exécution de la tâche de l'utilisateur afin de réagir à cette dynamique du contexte.

Un environnement intelligent sensible au contexte est un espace qui possède une sensibilité (contextuelle) à ses utilisateurs et la capacité de maintenir des interactions consistantes et cohérentes entre eux au travers d'un grand nombre de matériels hétérogènes. Plus particulièrement, la communauté s'intéressant aux systèmes sensibles au contexte reconnaît quatre méthodes primaires d'utilisation d'informations contextuelles : pour trouver des références, gérer des listes d'options, provoquer des comportements automatiques et marquer des informations pour leur récupération ultérieure. De plus, la sensibilité au contexte suppose que le système soit doté de deux attributs : la capacité à obtenir un état du contexte courant et celle d'utiliser les informations contextuelles le composant. Par exemple, un système peut connaître la localisation de l'utilisateur sans savoir ce qu'il y fait. La portée de ces systèmes est fortement limitée par leur faible considération pour le contexte.

3 NECESSITE D'UNE APPROCHE CENTREE UTILISATEUR

Les besoins d'un utilisateur sont souvent intangibles, dépendant des habitudes, et même provenant de motivations assez lointaine comme le fait qu'une personne est plus active le matin que l'après-midi. La conception d'un système doit ainsi se focaliser sur la réduction des barrières de la communication en analysant ce qui peut être connu à propos d'un utilisateur, et comment de telles informations peuvent faciliter la tâche de l'utilisateur sur la base de modèles. L'utilisateur joue un rôle actif dans la définition du contexte auquel le système est sensible. Dans cette section, nous discutons de deux types d'activité menées par des opérateurs, c'est-à-dire le besoin de mener de front l'élaboration et l'exécution d'un plan, et la différence entre la procédure officielle et les nombreuses pratiques que les opérateurs peuvent construire à partir de chaque procédure. Cette section se termine par un résumé des leçons retenues.

3.1 Élaboration et exécution d'un plan

De nos jours, on observe que l'accomplissement de tâches dans de nombreux domaines requière la multiplication et la spécialisation des procédures utilisées. Nous l'avons montré dans le domaine du métro (Brézillon, Gentile, Saker et Secron, 1997). En aéronautique, les opérateurs adaptent les procédures à la situation. De Brito et Boy (1999) montrent que les régulateurs de trafic aérien préfèrent refaire une planification de leurs actions au lieu de suivre des procédures mal adaptées, même si le nouveau plan s'inspire de ces procédures. Britanik et Marefat (1999) proposent aussi une méthodologie basée sur la notion de fragments de plans partiellement ordonnés. Cette dernière approche est une manière d'associer étroitement plans et actions. Hayes-Roth et Hayes-Roth (1979) proposent pour leur part une approche opportuniste de la planification. Cette planification non hiérarchique suppose qu'un plan est exécuté avec l'aide d'un tableau noir mental où les informations, éléments pertinents et sous-butts éventuels sont stockés. Ces auteurs montrent que la planification est réalisée de manière asynchrone et est déterminée par les aspects momentanés du problème.

Xiao, Milgram et Doyle (1997) présentent une étude sur le travail des anesthésistes pour lesquels chaque patient peut représenter un plan particulier et spécifique. Il existe donc peu de procédures bien définies stipulées soit par la communauté des anesthésistes, soit par des agences de contrôle externes. Les auteurs mettent en évidence que le processus de planification ne peut être que fragmentaire et non

exhaustif. L'application d'un plan à un problème concret, les actions situées réalisées dans l'activité sont souvent le reflet du plan, mais sont ajustées aux détails concrets et aux conditions du contexte de la situation.

La même conclusion est également observée dans d'autres domaines par Hoc (1996), Debenham (1997) et Bainbridge (1997). La principale raison est la difficulté d'explicitier les relations entre le système et son environnement lorsque ce dernier change de manière dynamique. Bardram (1997) parle même de planification située et d'autres de planification opportuniste, réactive, etc. Dans une application pour le contrôle aérien, Degani et Wiener (1997) montrent que la phase de descente d'un avion est hautement contextuelle à cause de l'incertitude sur l'environnement (par exemple, contrôle du trafic aérien, météo), rendant cette approche assez résistante à une procéduralisation. Hollnagel (1993) propose un modèle de contrôle contextuel qui distingue entre un modèle de compétence (actions, heuristiques, procédures, plans) et un modèle de contrôle (mécanismes de construction d'une séquence d'actions en contexte), ces deux modèles étant fortement influencés par le contexte (compétences, connaissances, éléments clés de l'environnement, etc.).

Il y a des domaines, comme les projets industriels, dans lesquels on ne connaît pas à l'avance la structure du produit parce que cette structure est progressivement spécifiée lors de l'activité de conception. Cela signifie qu'une part importante des activités de planification ne peut seulement être exécuté qu'après le début d'activités de conception (un problème classique de « bootstrap » dans d'autres domaines). Toutefois, ces activités de planification doivent être établis dès le départ, et il existe donc une interaction entre le processus de conception qui vise à raffiner l'objectif du projet, et le processus de planification qui maintient la cohérence des activités avec l'objectif.

Une solution pour pallier l'impossibilité d'une planification complète a priori est l'acquisition de compétences pour anticiper (dans le sens de « look-ahead » dans Pomerol, 1997). Pour Hoc (1996), le mode anticipatif est le mode usuel de fonctionnement chez l'homme car l'opérateur humain est toujours en état de validation, de manière plus ou moins explicite, d'hypothèses au lieu de rester passif dans une situation de découverte ou de surprise. Un système anticipatif pourrait être un système qui utilise une certaine forme de connaissances sur les états futurs (par simulation) pour décider des actions à réaliser à l'instant courant. Ekdahl, Astor et Davidsson (1995) suggèrent qu'un tel système anticipatif ait un modèle de lui-même et de la partie de l'environnement pertinente afin de pouvoir simuler les conséquences des actions potentielles. Le système utilise alors la prédiction pour déterminer son comportement, c'est-à-dire l'état futur pour influencer sur les états présents. Un système intelligent doit être capable de prédire ce qui devrait probablement arriver et de s'auto-adapter en vue d'un événement crucial ou critique. Ceci implique qu'un système intelligent doit être équipé d'un module de simulation.

3.2 Procédures et pratiques

Degani et Wiener (1997) font une distinction entre les procédures, les pratiques et les techniques. Les procédures sont spécifiées a priori par les développeurs afin de gagner du temps durant les situations critiques. Les pratiques englobent ce que les utilisateurs font avec ces procédures. Idéalement, procédures et pratiques devraient être les mêmes. Toutefois, il arrive fréquemment que les utilisateurs fassent dévier leurs pratiques des procédures, même si la procédure est impérative et obligatoire. Les techniques sont définies comme des méthodes personnelles pour accomplir des tâches précises sans violation des contraintes procédurales. Les techniques sont développées par les utilisateurs comme part de leur expérience. L'acquisition des connaissances se concentre sur les procédures, éventuellement sur les pratiques, mais très rarement sur les techniques. Par ailleurs, Forslund (1995) montre que dans la plupart des applications de taille réelle, un décideur doit faire face à des situations mal définies où la forme de l'argumentation est aussi, sinon plus, importante que la proposition explicite de décision. Ceci montre l'intérêt de retenir les avantages et les inconvénients du processus de prise de décision plutôt que la seule décision finale.

La médecine est aussi un domaine où, d'une part, la distinction entre procédure et pratique, et, d'autre part, la notion de contexte sont très importantes. Une pratique est considérée comme une sorte d'explication causale dans la résolution d'un problème. Ceci est clairement montré dans le système ABEL (Patil, Szolovits et Schwartz, 1981) où est développé un modèle spécifique d'un patient donné, comme dans l'approche « modèle spécifique d'une situation » proposée par Clancey (1992) dans le cadre du diagnostic. Dans le système ABEL, une explication causale est représentée comme un graphe

en cinq couches contenant les principales découvertes, désordres et leurs relations causales ou de catégorisation qui sont supposés être présent chez le patient particulier qui est diagnostiqué. De tels modèles spécifiques sont des arguments causaux ayant la structure d'une preuve (comme la résolution effective d'un problème dans notre cas). Toujours en médecine, Bouaud, Séroussi et Antoine (1999) décrivent ce type d'opérationnalisation des connaissances lors du passage d'une procédure à une pratique quand un médecin généraliste différencie des choix thérapeutiques pour un diagnostic selon l'instanciation du contexte clinique courant qu'il construit à partir de sa perception du patient. Strauss, Fagerhaugh, Suczek et Wiener (1985) donnent un exemple d'une planification pour un patient atteint d'ostéoartrite, planification qui stipule la nécessité d'une radiographie. Toutefois dans le cas du patient ostéo-arthritique M. Jones, qui n'a jamais eu de problème avec sa hanche, cette partie du plan peut donc être évité. À l'inverse, d'autres examens, comme une analyse du sang, peuvent être ajoutés à la planification de M. Jones. Ainsi, un protocole médical est une procédure d'opérations standard qui doit être adaptée au contexte de chaque patient.

Dans les processus de haute technologie et hautement dynamiques, les opérateurs qui sont chargés de contrôler un processus, doivent être capables de réagir rapidement. Si un incident survient, ils n'ont bien souvent que quelques minutes (voire secondes) pour se faire une représentation (mentale) du problème, collecter les informations sur la situation, analyser l'incident et entreprendre les actions correctives. Pour faciliter leur travail, beaucoup de compagnies ont établi des procédures sur la base des expériences accumulées. Ces procédures générales ont été conçues pour fournir aux opérateurs une référence sûre pour résoudre les problèmes connus. Cependant, la dimension contextuelle est absente de ces procédures générales afin de traiter une plus large classe de problèmes, avec la conséquence de ne plus pouvoir décrire précisément chaque cas particulier. Les compagnies cherchent maintenant à introduire cette dimension contextuelle, non par une réelle modélisation du contexte, mais pas une diversification extensive de ces procédures basées sur des considérations contextuelles croissantes en nombre. Mais il ne s'agit que d'une multiplication et spécialisation de procédures.

Dans l'application SART (Brézillon, Cavalcanti, Naveiro et Pomerol, 2000), les procédures sont basées sur les pratiques développées au long des années, mais avec l'élimination de la plupart des informations contextuelles et spécificités de chaque incident. Le développement de procédures trop générales conduit à développer des solutions qui ne sont pas optimales pour résoudre les problèmes. En ce sens, les procédures sont un guide utile pour les opérateurs, mais elles doivent être adaptées dans le cas de chaque situation. Inversement, chaque opérateur développe ses propres pratiques pour résoudre un incident selon le contexte où survient l'incident, et l'on observe ainsi pour chaque procédure presque autant de pratiques qu'il y a d'opérateurs parce que chaque opérateur adapte finement la procédure pour prendre en compte le contexte courant, contexte particulier et spécifique. Il y a deux raisons principales pour procéder de cette manière. Premièrement, la procédure sélectionnée n'est pas toujours adaptée à la situation courante et peut conduire l'opérateur à prendre des actions inadéquates ou appliquer des stratégies de résolution qui ne soient pas optimales. Deuxièmement, si l'opérateur se repose aveuglément sur une procédure, il peut manquer des faits importants ou les remarquer trop tard pour réagir de manière adéquate. Pour cela, les opérateurs préfèrent généralement replanifier leurs actions continûment afin de mieux prendre en compte les particularités de la situation. Les procédures sont alors utilisées comme des cadres de références pour construire une stratégie pertinente pour la situation particulière.

3.3 Leçons apprises dans l'approche centrée utilisateurs

La modélisation du raisonnement d'un opérateur est une tâche difficile parce que les opérateurs utilisent de nombreux éléments contextuels pour prendre leur décision dans la résolution d'incidents complexes, type de résolution possédant un grand nombre de degrés de liberté. Comme telles, les pratiques sont ce que nous appellerons dans la suite les contextes procéduralisés. Ces connaissances, qui ne sont pas nécessairement exprimées explicitement, résultent plus ou moins en des actions procéduralisées qui sont compilées avec les connaissances contextuelles significatives qui leur correspondent. Très souvent beaucoup d'éléments du contexte procéduralisé sont structurés en un ensemble compréhensible à propos des actions. En conséquence : (1) les plans doivent être combinés avec les actions dans une représentation cohérente dans des structures de type diagnostic/action, (2) La notion d'optimalité d'une solution est fortement dépendant du contexte du problème à résoudre, (3)

outre les raisons qui ont conduit au choix d'une solution, il est important de conserver une trace des solutions alternatives qu'il y avait et des raisons de leur rejet.

4 EXPLICITER LE CONTEXTE

L'utilisation de la notion de contexte dans un logiciel demande tout d'abord l'explicitation du contexte, mais très peu d'applications de taille réelle le font. Turner (<http://cdps.umcs.maine.edu/orca.html>) développe une telle approche dans le projet ORCA pour des robots sous-marins, et Chen et Kotz (<http://citeseer.nj.nec.com/390713.html>) donnent une étude sur les agents mobiles sensibles au contexte. Toutefois, ces deux travaux ne considèrent le contexte qu'à travers la localisation et la datation. Pasquier, Brézillon et Pomerol (2003) proposent une représentation basée sur le contexte des connaissances et du raisonnement pour développer un système d'aide à la gestion d'incident sur une ligne de métro (<http://www.lip6.fr/SART/>). Dans cette application, le contexte est fortement relié au raisonnement humain et à différents types de connaissances.

4.1 Donnée, information et connaissance

Les connaissances sont généralement définies par une construction progressive à partir des données, qui sont les symboles perçus par un sujet que ces données soient déjà structurées par un capteur ou par la machine qui les traite. Des données émergent les informations qui sont des données avec un fort contenu sémantique. Ainsi, les informations sont des données structurées avec une signification. Quand une personne transforme une donnée en information, cette transformation dépend des connaissances contextuelles que la personne possède (Leplat, 1985). La transformation suivante est le passage des informations aux connaissances. Ce processus d'appropriation repose sur des connaissances précédemment acquises et est rendu consistant avec les valeurs et croyances du sujet (Pomerol et Brézillon, 2001).

Ainsi, le rôle des connaissances est : (1) de transformer des données en informations, (2) de déduire de nouvelles informations à partir de celles qui sont existantes, et (3) d'acquérir de nouvelles connaissances. De cette manière, les connaissances sont à la fois un moyen et une fin dans ce processus complexe, les connaissances doivent être gérées comme des objets et comme des processus.

Outre leur génération, deux types de connaissances ont été plus particulièrement considérés, les connaissances explicites et tacites, les premières étant facilement partageables alors que les deuxièmes sont hautement personnelles.

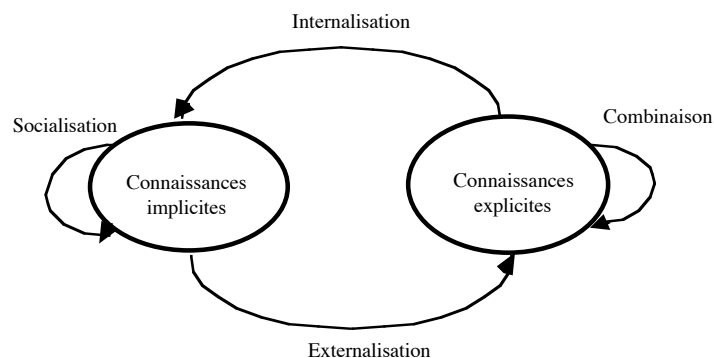


Figure 1: Mouvements entre les connaissances tacites et explicites

Entre ces deux classes de connaissances, Nonaka et Takeushi (1995) ont identifié quatre types d'échanges comme représenté dans la Figure 1 : la socialisation, l'externalisation, la combinaison et l'internalisation. La socialisation des connaissances réfère à la génération de nouvelles connaissances tacites à partir de connaissances tacites partagées. L'externalisation concerne la conversion de connaissances tacites en connaissances explicites. La combinaison de connaissances explicites aide les individus dans une organisation. L'internalisation prend place quand les connaissances explicites deviennent tacites d'une manière très proche de l'apprentissage.

Dans cette approche, la mémoire d'entreprise est transversale à cette décomposition avec une partie implicite et une autre explicite, l'ensemble étant partagé par tous les employés de l'entreprise.

Le processus d'externalisation est particulièrement intéressant vis-à-vis du contexte car il correspond au processus de procéduralisation que nous avons introduit dans (Pomerol, Brézillon et Pasquier, 2002).

Ainsi, un système doit faire face à un océan de données (comme la localisation de l'utilisateur, l'heure la météo, etc.), d'informations (comme il doit pleuvoir dans 10mn), et de connaissances (comme l'utilisateur n'a pas pris son parapluie) à travers un réseau de bases de données hétérogènes. Devant faire face à un environnement évoluant dynamiquement, un système doit pouvoir donner une claire vue des données, informations, et connaissances à l'utilisateur à tout instant. Ces points constituent les questions centrales à traiter pour développer des systèmes d'assistance intelligents basés sur le contexte (Brézillon, Cavalcanti, Naveiro et Pomerol, 1997).

4.2 Identification du contexte

McCarthy (1993) définit le contexte comme la généralisation d'une collection d'hypothèses. Les contextes sont ainsi formulés comme des objets de première classe (des objets formels). La relation de base proposée par McCarthy postule qu'une proposition p est vraie dans un contexte c , où c suppose capturer tout ce qui n'est pas explicite dans p mais qui est requis pour faire de p un énoncé significatif pour représenter ce qu'il est supposé établir. Une telle relation de base est elle-même toujours donnée dans un contexte. Les conséquences sont qu'un contexte est toujours relatif à un autre contexte, que les contextes sont de dimension infinie, que les contextes ne peuvent donc pas être décrits complètement, et que lorsque plusieurs contextes surviennent dans une discussion, il y a un contexte commun au-dessus d'eux dans lequel tous les termes et les prédicats peuvent être mis.

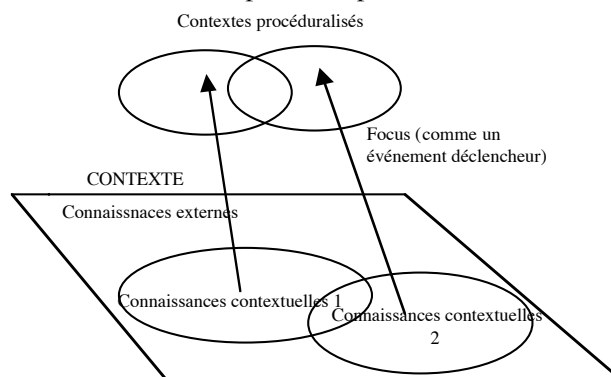


Figure 2: Les trois types de contexte

Brézillon et Pomerol (1999) distinguent, à une étape donnée d'un processus de décision ou de la réalisation d'une tâche, les connaissances pertinentes de celles qui ne le sont pas (Figure 2). Les premières sont appelées connaissances contextuelles et les autres les connaissances externes. Les connaissances contextuelles dépendent clairement de l'agent qui les possède et de la décision à élaborer. À une étape de la prise de décision, un sous-ensemble des connaissances contextuelles est procéduralisé, ce que nous appelons le contexte procéduralisé. Celui-ci est invoqué, structuré et situé par rapport à un focus d'attention donné (l'étape courante de la prise de décision). Il constitue un véritable *chunk of knowledge* (Schank, 1982). Ainsi, le contexte ne se distingue pas des autres objets du raisonnement, de l'apprentissage, etc., objets qui sont ou non dans le contexte courant selon les circonstances. La connaissance contextuelle est une connaissance d'arrière-plan alors que le contexte procéduralisé est utile immédiatement pour la tâche en cours d'accomplissement. Dans notre représentation du contexte, les connaissances contextuelles sont largement tacites parce qu'elles représentent ce que tout le monde connaît sans avoir besoin de l'exprimer.

Lorsque le processus de décision ou la réalisation de la tâche passe d'une étape à la suivante, il apparaît une dynamique du contexte qui est liée au mouvement entre les connaissances contextuelles et le contexte procéduralisé. D'une étape à la suivante, le contexte procéduralisé change, par exemple en y intégrant le résultat de la première étape. Le contexte procéduralisé précédent va alors dans le corps des connaissances contextuelles comme un tout (le *chunk of knowledge*) qui pourra être rappelé tel que ultérieurement. Une telle dynamique du contexte n'est pratiquement pas considérée dans la littérature, du moins de manière explicite.

4.3 Leçons apprises sur les liens entre le contexte et les connaissances

Les liens entre la notion de contexte et les connaissances sont étroits. Nous retiendrons pour notre propos ici que :

- Le contexte correspond à un statut des connaissances (les connaissances sont externes ou contextuelles, et ces dernières peuvent appartenir au contexte procéduralisé courant) ;
- Le contexte est toujours relatif à un focus d'attention (le contexte des interactions, par exemple) ;
- Le focus se déplaçant, le statut des connaissances change, ce qui entraîne une dynamique du contexte ;
- Les connaissances contextuelles ont une organisation centrée sur le focus d'attention et une granularité qui dépend de leur distance au focus d'attention.

5 REPRESENTATION DES CONNAISSANCES ET DU RAISONNEMENT

Nous présentons dans cette section les principaux résultats que nous avons obtenu dans le cadre de l'application SART (Brézillon, Cavalcanti, Naveiro et Pomerol, 2000) dont l'objectif était le développement d'un système d'assistance intelligent basé sur le contexte. Nous montrons néanmoins que ces résultats dépassent le seul cadre de l'application SART.

5.1 Une représentation des connaissances basée sur la métaphore de l'oignon

Nous avons proposé une modélisation des connaissances basée sur le contexte qui s'appuie sur la métaphore de l'oignon (Brézillon, Gentile, Saker et Secron, 1997). Selon cette métaphore, le contexte procéduralisé (le cœur de l'oignon), est entouré par les connaissances contextuelles qui se présentent en couches autour du contexte procéduralisé (les peaux successives de l'oignon) Parmi les résultats les plus significatifs de ce travail, nous pouvons citer que :

- Chaque étape dans la résolution d'un problème prend un sens dans un contexte donné. Les connaissances contextuelles n'interviennent pas directement à cette étape, mais renforcent la justification de la résolution du problème à cette étape ;
- Les connaissances contextuelles peuvent être partiellement ordonnées en couches autour des connaissances utilisées à l'étape de la résolution du problème (le contexte procéduralisé) ;
- Une connaissance contextuelle prend elle-même une signification dans son propre contexte et le contexte a donc ainsi une dimension infinie comme souligné par McCarthy (1993) ;
- Les connaissances contextuelles relient entre-elles les résolutions d'incidents, expliquant ainsi comment certains incidents peuvent survenir simultanément ou que la présence d'un incident rend plus probable la présence d'un autre incident, comme cela a été d'ailleurs constaté par les opérateurs.

5.2 Une représentation du raisonnement basée sur les graphes contextuels

Brézillon, Pasquier et Pomerol (2001) et Pasquier, Brézillon et Pomerol (2003) montrent comment on passe de la représentation d'une résolution d'incident sous forme d'un arbre de décision à une représentation sous forme d'un graphe contextuel. Une branche (dans la représentation sous forme d'arbre ou de graphe) représente une pratique qui peut être considérée comme une contextualisation de la procédure officielle. Dans une telle pratique, le contexte est représenté principalement par une séquence ordonnée d'éléments contextuels répartis sur cette branche. Suivant la progression de la prise de décision, certains éléments contextuels sont instanciés, une action exécutée et l'élément contextuel instancié retourne alors dans l'ensemble des connaissances contextuelles.

Le passage d'un arbre de décision à un graphe contextuel a été motivé pour les raisons suivantes :

- Les opérateurs cherchent à collecter dans un premier temps des connaissances contextuelles, retardant par là-même l'exécution des actions (réalisation d'un diagnostic avant la prise de décision proprement dite) ;
- Des séquences d'actions récurrentes pouvaient être remplacées par des macro-actions ;
- La plupart des branches se terminant par la même feuille (retour le plus rapidement possible à une exploitation normale), il était possible de fusionner rapidement les branches dont les séquences finales étaient identiques (ces séquences représentant généralement des sous-procédures bien établies) ;

- La fusion de deux branches signifie que l'instanciation de l'élément contextuel n'a plus d'importance une fois l'action sur une des branches de l'élément contextuel accomplie (la connaissance contextuelle correspondante migre alors du contexte procéduralisé dans l'ensemble des connaissances contextuelles) ;
- Il a été possible d'identifier de mêmes activités dans différents graphes contextuels (différentes résolutions de problème), ce qui permet d'organiser les graphes contextuels en hiérarchies de sous-graphes à différents niveaux de granularité ;
- Afin d'alléger la représentation, des groupements d'actions parallèles ont été introduit afin de représenter des activités qui pouvaient être réalisées dans un ordre ou un autre, ou en parallèle, mais qui devaient toutes être exécutées avant la poursuite du processus de prise de décision.

La Figure 3 donne un exemple de graphe contextuel où les ronds représentent les éléments contextuels (grand rond pour un nœud contextuel et petit rond pour un nœud de recombinaison), les actions (les carrés), les macro-actions (les rectangles) et un groupement d'actions parallèles (entre les barres verticales). Les graphes contextuels sont discutés dans (Brézillon, 2003a).

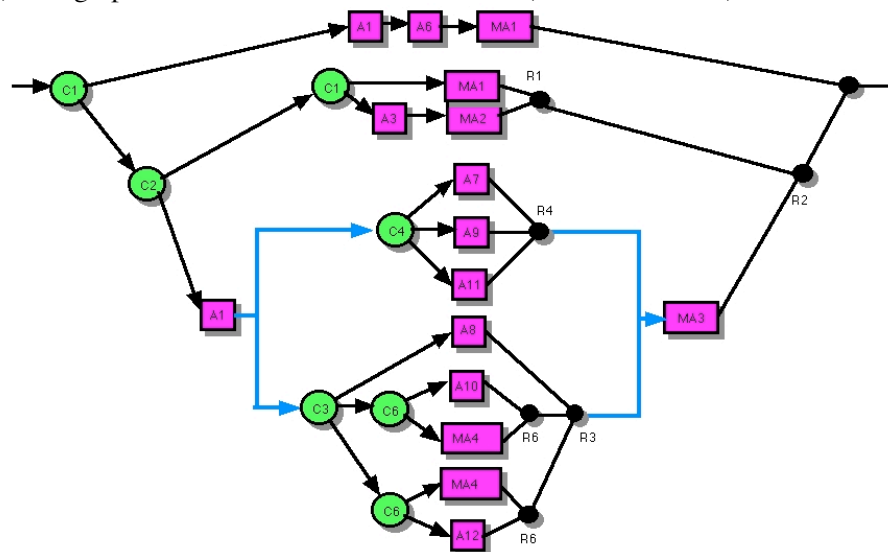


Figure 3 : Un exemple de graphe contextuel

Le changement de structure d'arbre en graphe permet de mettre en évidence la dynamique du contexte entre les connaissances contextuelles et le contexte procéduralisé. Un élément contextuel comprend un nœud contextuel et un nœud de recombinaison. Le nœud contextuel permet de distinguer différents contextes (justifiant des pratiques différentes dans la prise de décision par suite d'instanciations différentes de l'élément contextuel). Un nœud de recombinaison ramène les différentes variantes à une même situation à partir de laquelle la distinction entre les instanciations de l'élément contextuel n'a plus lieu d'être. Ainsi, le contexte procéduralisé correspond à la suite de nœuds contextuels qui ont été instanciés car traversés par la pratique exécutée, et les connaissances contextuelles sont les éléments contextuels qui ne sont pas instanciés lors de l'application de la pratique. Outre la dynamique du contexte (le mouvement entre connaissances contextuelles et contexte procéduralisé) il est également possible d'avoir une estimation de la durée de vie d'un élément contextuel dans le contexte procéduralisé.

Il est de plus apparu que les graphes contextuels sont une expression informatique de la notion de schème d'action utilisée en Sciences Cognitives (voir par exemple Vergnaud, 1985). Un schème permet d'organiser l'activité autour d'un objet, et peut appeler d'autres schèmes pour réaliser des sous-but. Chaque schème a un nom, un but et un graphe contextuel représentant le processus de prise de décision qui permet de réaliser le but en prenant en compte le contexte courant (Pasquier, 2002). Graphes contextuels et schèmes permettent une représentation de l'activité des opérateurs aussi bien sous la forme de la procédure officielle que de ses différentes pratiques, l'intégration naturelle de fonctionnalités d'apprentissage automatique et d'adaptation dans un système informatique, une

représentation explicite du contexte dans le raisonnement tenu par les opérateurs, et l'organisation de l'activité elle-même.

6 CONCLUSION

Frederik Pohl (1969) écrivait une nouvelle de science-fiction appelée « L'Ere du Satisfacteur ». Dans cette histoire, chaque personne possède un appareil mobile (le PDA en serait un précurseur) appelé Satisfacteur dans la nouvelle. Chaque personne effectue toutes les opérations par l'intermédiaire de cet appareil, de la commande d'un produit, le paiement de celui-ci, le réglage d'un rideau dans la maison, communiquer avec les autres personnes, et même recevoir ou envoyer sur une autre personne des produits chimiques. Une conséquence directe est que si une personne perd ou se fait voler son Satisfacteur, elle perd du même coup tout statut dans la société, ne peut plus acheter de nourriture, etc. Cette nouvelle de science-fiction trouve maintenant quelques échos : la localisation d'une personne par GPS, son identification quand elle entre dans une pièce, la commande et le paiement par Internet, etc. Les études actuelles portent sur les appareils mobiles, et déjà bon nombre de problèmes matériels sont résolus. Toutefois, il ne s'agit que d'approches « centrées équipement », une véritable approche centrée utilisateur demandant un centrage préalable sur le contexte (Brézillon, 2003b).

De l'observation des actions que l'opérateur accomplit lors de l'exécution de sa tâche (par exemple, les raccourcis claviers), le système peut accompagner l'opérateur par une veille attentive. Lors de cette veille, le système peut être conduit à utiliser des moyens de simulation afin de pouvoir anticiper certains résultats des actions de l'opérateur, à condition de disposer d'un modèle du processus sur lequel l'opérateur agit. Le système peut alors intervenir si certaines conséquences à long terme peuvent présenter des dangers, mais intervenir aussi pour lui rappeler des tests à effectuer, une personne à contacter pour avoir des informations supplémentaires. Par ailleurs, l'expérience acquise auprès d'un opérateur lors de l'exécution d'une tâche peut permettre d'aider cet utilisateur au cours d'autres tâches ou d'autres opérateurs pour la même tâche.

L'aspect innovant de la proposition faite dans cette contribution concerne une utilisation du contexte à différents niveaux : (1) la modélisation du contexte, (2) la représentation et le stockage des données, informations et connaissances, (3) la récupération intelligente de données, informations et connaissances. Nous avons concrétisé ceci dans un formalisme de représentation basée sur le contexte des connaissances et du raisonnement appelé Graphes Contextuels. Globalement, notre approche est une approche centrée sur l'utilisateur prenant en compte préférences, langage, possibilité financière, l'historique, etc. Dans l'application qui nous a servi de support nous avons montré qu'il était possible de représenter d'une manière effective et utile les pratiques en les assimilant à différentes contextualisations d'une même procédure (pour une résolution donnée d'un problème). Notre position se trouve renforcée par le fait qu'il semble exister des liens très resserrés entre nos graphes contextuels et les schèmes d'action considérés en Ergonomie Cognitive (Pasquier, 2002).

Toutefois, il est impératif de ne pas parler du contexte dans l'abstrait car le contexte : (1) est relatif à un focus d'attention donné (par exemple, le processus de prise de décision), (2) est considéré pour un point de vue donné (par exemple, celui de l'utilisateur ou d'un observateur), (3) a une granularité dans la généralité (des connaissances contextuelles à un niveau sont procéduralisées au niveau inférieur), et (4) présente des aspects statiques et dynamiques qui sont interdépendants. Des aspects du contexte sont à étudier plus en détail. Néanmoins, notre approche ouvre des perspectives intéressantes pour, par exemple, une modélisation dynamique dans une base de données basée sur le contexte de la requête d'un utilisateur.

7 BIBLIOGRAPHIE

- Bainbridge, L. (1997). The change in concepts needed to account for human behavior in complex dynamic tasks, *IEEE transactions on Systems, Man and Cybernetics*, 27, 351-359.
- Bardram, J.E. (1997). Plans as situated action: An Activity Theory approach to workflow systems. Papier présenté à ECSCW'97 Conference, Lancaster UK., <http://www.daimi.aau.dk/~bardram/ECSCW97.html>
- Bouaud, J., Séroussi, B., & Antoine, E.-Ch. (1999). OncoDoc: modélisation et "opérationnalisation" d'une expertise thérapeutique au niveau des connaissances. Papier présenté à Ingénierie des Connaissances (IC'99), Palaiseau, pp. 61-69.

-
- Brézillon, P. (1999). Context in problem solving: A survey, *The Knowledge Engineering Review*, 14(1), 1-34.
- Brézillon, P. (2003a) Context dynamic and explanation in contextual graphs. In: Modeling and Using Context (CONTEXT-03), P. Blackburn, C. Ghidini, R.M. Turner and F. Giunchiglia (Eds.). LNAI 2680, Springer Verlag Verlag (<http://link.springer.de/link/service/series/0558/tocs/t2680.htm>). pp. 94-106.
- Brézillon, P. (2003b) Focusing on context in human-centered computing *IEEE Intelligent Systems*, 18(3): 62-66.
- Brézillon, P., & Pomerol, J-Ch. (1999), Contextual Knowledge sharing and cooperation in intelligent assistant systems, *Le Travail Humain* 62 (3), PUF, Paris, 223-246.
- Brézillon, P., Gentile, C., Saker, I., & Secron, M. (1997). SART: A system for supporting operators with contextual knowledge . Papier présenté à First International and Interdisciplinary Conference on Modeling and Using Context (CONTEXT-97). Federal University of Rio de Janeiro Ed., pp. 209-222.
- Brézillon, P., Cavalcanti, M., Naveiro, R., & Pomerol, J.-Ch. (2000). SART: An intelligent assistant for subway control. *Pesquisa Operacional, Brazilian Operations Research Society*, 20(2): 247-268.
- Britanik, J.M., & Marefat, M.M. (1999). Hierarchically merging plans in decomposable domains. *IEEE Trans. on Systems, Man, and Cybernetics*, 29(1): 27-39.
- Cahour, B., & Karsenty, L. (1993). Context of dialogue: a cognitive point of view. Papier présenté à IJCAI-93 Workshop on Using Knowledge in Its Context. P. Brézillon (ed.), Rapport de Recherche LAFORIA 93/13, avril.
- Clancey, W.J. (1992). The knowledge level reinterpreted: modeling socio-technical systems, Papier présenté à AAAI'92 Workshop on Cognitive Aspects of Knowledge Acquisition, Stanford, CA, March, pp. 47-56.
- de Brito, G., & Boy, G. (1999). Situation awareness and procedure following . Papier présenté à CSAPC'99, Villeneuve d'Ascq, Presses Universitaires de Valenciennes, pp 9-14.
- Debenham, J. (1997). Strategic workflow management: An experiment. Papier présenté à International Workshop "Distributed Artificial Intelligence and Multi-Agent Systems", DAIMAS'97,
- Degani, A., & Wiener, E.L. (1997). Procedures in complex systems: The airline cockpit . *IEEE Trans. on Systems, Man, and Cybernetics-Part A: Systems and Humans*, 27(3): 302-312.
- Dey, A.K., & Abowd, G.D. (1998). A conceptual framework and a toolkit for supporting the rapid prototyping of context-aware applications. <http://www.cc.gatech.edu/fce/contexttexttoolkit>.
- Dourish, P. (2001). Seeking a Foundation for context-aware computing ». *Human-Computer Interaction*, 16 (2-4). <http://hci-journal.com/editorial/vol-16.html>
- Ekdahl, B., Astor, E., & Davidsson, P. (1995). Toward anticipatory agents. In: Intelligent Agents, M. Wooldridge & Jennings N. (Eds.), Lecture Notes in AI, 890, Springer Verlag, Berlin, pp. 191-202.
- Forslund, G. (1995). *Toward cooperative advice-giving systems. The expert systems experience*, Ph. D. Thesis 518, Linkoping University, Sweden.
- Hayes-Roth, B., & Hayes-Roth, F. (1979). A cognitive model of planning, *Cognitive Science*, 3, 275-310.
- Hoc, J.-M. (1996). *Supervision et Contrôle de Processus. La cognition en Situation Dynamique*. Grenoble: P.U.G.
- Hollnagel, E. (Ed.), (1993). *Human Reliability Analysis, Context and Control*. London: Academic Press,.
- Leplat, J. (1985). *Erreur humaine, fiabilité humaine dans le travail* In: A. Colin, ed. Collection Universitaire, pp 100-120.
- McCarthy, J. (1993). Notes on formalizing context. Papier présenté à 13th IJCAI, Vol.1, pp 555-560.
- Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). *The Knowledge-Creating Company*. Oxford University Press, New York,.
- Pasquier, L. (2002). *Modélisation de raisonnement tenus en contexte. Application à la gestion d'incidents sur une ligne de métro*. Thèse de l'Université Paris 6, juillet.

-
- Pasquier, L., Brézillon, P., & Pomerol, J.-Ch. (2003). Learning and explanation in a context-sensitive adaptive support system". In: C. Faucher, L. Jain & N. Ichalkaranje (Eds.) *Innovative Knowledge Engineering*. Springer-Verlag (to appear).
- Patil, R.S., Szolovits, P., & Schwartz, W.B. (1981). Causal understanding of patient illness in medical diagnosis. Papier présenté à 7th International Joint Conference on Artificial Intelligence, pp. 893-899.
- Pohl, F. (1969). *L'ère du Satisfacteur*. Paris: Librairie des Champs Elysées, Série Science Fiction.
- Pomerol, J.-Ch. (1997). Artificial Intelligence and Human Decision Making, *European Journal of Operational Research*, 99, 3-25.
- Pomerol J.-Ch., & Brézillon P. (2001). About some relationships between knowledge and context. In: P. Bouquet, L. Serafini, P. Brézillon, M. Benerecetti, F. Castellani (Eds.): *Modeling and Using Context (CONTEXT-01)*. Lecture Notes in Computer Science, Springer Verlag, N° 1688, pp. 461-464. (Full paper at <http://www.poleia.lip6.fr/~brezil/Pages2/Publications/CXT01/index.html>)
- Pomerol, J.-Ch., Brézillon, P., & Pasquier, L. (2002). Operational knowledge representation for practical decision making. *Journal of Management Information Systems*, 18(4): 101-116.
- Schank, R.C. (1982). *Dynamic memory, a theory of learning in computers and people* Cambridge University Press.
- Schmidt, A., Takaluoma, A., & Mantyjarvi, K. (2000). Context-aware telephony over wap. *Personal Technologies*, 4(4): 225-229.
- Strauss, A., Fagerhaugh, S., Suczek, B., & Wiener, C. (1985). *Social Organization of Medical Work*. Chicago and London: University of Chicago Press.
- Vergnaud, G. (1985). Concepts et schèmes dans la théorie opératoire de la représentation, *Les Représentation, Psychologie Française*, 30 (3 et 4): 245 - 252.
- Xiao, Y., Milgram, P., & Doyle, D.J. (1997). Planning behavior and its functional role in interactions with complex systems. *IEEE Trans. on Systems, Man, and Cybernetics- Part A: Systems and Humans*, 27(3): 313-324.

Évaluation d'icônes utilisées comme base d'une communication médiatisée en milieu militaire

Jean-Claude Sperandio, Marion Wolff

Université René Descartes (Paris 5)

Laboratoire d'Ergonomie Informatique (LEI)

45, rue des Saints-Pères. 75 270 Paris Cedex 6

sperandio@ergo-info.univ-paris5.fr

wolff@ergo-info.univ-paris5.fr

Laurent Todeschini

Délégation Générale pour l'Armement (DGA)

Etablissement Technique d'Angers

Route de Laval - B.P. 36 –

49 460 Montreuil-Juigné

Laurent.todeschini@dga.defense.gouv.fr

RESUME

Cette recherche entre dans le cadre de l'évaluation d'un nouvel équipement militaire comportant une interface visuelle qui utilise des icônes. L'objectif est de déterminer dans un ensemble d'icônes construites pour cette application celles qui seront facilement identifiées par les utilisateurs à qui elles sont destinées. Nous présentons ici la méthodologie plus que les résultats de l'évaluation de chacune des icônes, la plupart étant trop spécifiques de l'application. Les résultats de cette étude, comparés à d'autres issus de recherches antérieures ou d'une expérience similaire avec des sujets non militaires, montrent que, si les icônes concrètes sont mieux identifiées, puis mieux apprises par les sujets, elles peuvent néanmoins faire l'objet d'erreurs ou de confusions quand leurs traits symboliques sont proches. Même si ces erreurs devraient s'amenuiser à l'usage, après une formation adéquate, de telles icônes restent peu fiables, surtout si la situation de travail est stressante ou contraignante en charge mentale. Il en va de même si on utilise la couleur comme signe distinctif.

MOTS-CLES

Interface visuelle, évaluation d'icônes.

1 INTRODUCTION

L'utilisation de symboles ou de figurines pour désigner des objets concrets ou abstraits, en lieu et place de mots constitués de caractères alphabétiques, n'est pas propre à l'informatique. C'est même probablement la forme la plus ancienne de communication écrite, comme en témoignent nombre d'inscriptions préhistoriques retrouvées dans des grottes, les hiéroglyphes égyptiens ou les pictogrammes mayas, divers signes alchimiques ou religieux, ou encore l'incrustation de signatures d'artisans de divers métiers du bois ou du bâtiment. Les caractères chinois actuels (et aussi japonais, coréens, etc.) sont également largement pictographiques. Citons encore les panneaux du code de la route et de circulation routière et les divers types de pictogrammes désignant des commandes, des lieux ou des interdits dans des bâtiments ou espaces publics ou sur des machines. Pour sa part, l'informatique, et plus précisément le développement des interfaces interactives depuis les années 80, a donné aux symboles pictographiques un essor considérable. Le terme d'icônes s'est imposé et généralisé indifféremment pour des images symboliques, analogiques ou arbitraires, métonymiques ou métaphoriques, soit pour désigner effectivement un objet concret, soit pour désigner une certaine action à faire sur cet objet ou au moyen de cet objet, ou encore une fonctionnalité, une préférence ou un état particulier, etc.

Selon bon nombre d'auteurs (par exemple, Horton, 1994 ; Mc Dougall, Curry, & De Bruijn, 1999), l'utilisation des icônes simplifie le travail des utilisateurs, permet d'économiser de l'espace d'affichage, d'accélérer la recherche, de faciliter la mémorisation des commandes ou la reconnaissance

des instructions ou des fonctionnalités disponibles, ou encore l'identification de l'état momentané du système ou de l'application. Encore faut-il que ces icônes soient identifiées correctement. Tout ceci a naturellement donné lieu au développement d'une riche littérature sur la philosophie générale de cette forme de communication Homme-Machine, sur les critères de choix et de conception des icônes, sur l'art de leur fabrication avec ou sans logiciel spécialisé, ainsi que sur la méthodologie de leur évaluation : citons notamment Horton (1994), Castaing et Truc-Martini (1995), Vaillant, (1999), Nogier (2002).

La problématique des icônes, employées en informatique, tant pour leur conception que leur évaluation en vue d'un usage donné, n'est pas indépendante de celle, beaucoup plus large, des représentations graphiques utilisées comme éléments d'un langage non verbal et largement étudiées en Ergonomie. On ne peut ici que faire allusion à ce cadre théorique fort complexe. En particulier, certaines formes graphiques visuelles (panneaux de circulation routière, symboles internationaux de sécurité d'immeubles, etc.) ont fait l'objet d'études théoriques et pragmatiques.

Une des qualités attendues de toute icône est la capacité d'être immédiatement associée à sa signification, plus exactement d'être associée à la signification prévue par l'auteur de l'interface ou du logiciel. C'est pourquoi, lorsqu'un ensemble d'icônes a été choisi ou construit pour une certaine application, il convient d'évaluer chacune des icônes du point de vue de sa capacité à être associée de façon fiable à sa signification, pour l'ensemble des utilisateurs et dans le contexte réel de cette utilisation.

Plusieurs méthodes d'évaluation sont possibles. La plus simple mais non la moins efficace est l'évaluation par un expert spécialiste des qualités et défauts des icônes en général et ayant en plus une certaine expertise du domaine d'application, du contexte et du type d'utilisateurs. Un bon expert peut filtrer rapidement dans un lot d'icônes celles qui dérogent trop à des critères de bonne ergonomie généralement admis, surtout s'il s'agit d'applications informatiques relativement classiques et des utilisations dans des contextes non moins classiques. L'expert pourra également suggérer des changements à opérer dans le but de rendre ces icônes plus facilement identifiables avec un risque limité d'erreur, ne serait-ce qu'en suivant les recommandations dispensées dans les normes ou règles de style pour les interfaces informatiques ou les pictogrammes en général³.

Cette approche d'évaluation experte est néanmoins limitée, en particulier pour des applications très innovantes, des contextes particuliers ou des populations n'ayant guère de culture informatique, dans la mesure où les experts, - précisément parce qu'ils sont experts -, ont une certaine culture de l'iconographie informatique qui va ordinairement bien au-delà de celles d'utilisateurs novices. De ce fait, ils peuvent d'autant moins « se mettre à la place » des utilisateurs réels que ceux-ci sont atypiques. Toute la littérature souligne l'importance des référents culturels et des apprentissages des sujets. C'est pourquoi le recours à une méthodologie expérimentale d'évaluation auprès de sujets représentatifs des utilisateurs réels s'impose dans de nombreux cas. La première expérience présentée a été passée en milieu militaire, une seconde a été passée en milieu universitaire avec une méthodologie similaire.

2 CONTEXTE MILITAIRE DE L'ETUDE

Les utilisateurs de l'application pour laquelle les icônes ont été évaluées sont des militaires (fantassins) qui seront munis d'un équipement intégrant un système de liaisons électroniques (projet FELIN) incluant des communications au moyen d'icônes pour la transmission d'ordres provenant du commandement (préparations de missions, définitions d'objectifs, ordres de tir, modifications d'ordres en cours, etc.). Bien qu'il s'agisse de liaisons informatisées, il ne s'agit pas d'une interaction face à un PC classique. L'informatique est ici « portée » par le sujet relié à un réseau, l'affichage des icônes se faisant soit sur un petit écran porté sur le poignet, soit sur un visuel proche de l'œil. Les fantassins peuvent être immobiles ou en mouvement, de nuit comme de jour, en attente d'ordres ou en exécution d'une opération en cours, avec des contraintes éventuellement sévères d'environnement ou de stress. Cette situation un peu particulière et cet équipement ne font pas l'objet de l'évaluation présentée ici, mais il est important d'avoir une idée du contexte assez particulier dans lequel devra se faire la compréhension des icônes, dans un cadre assez éloigné des conditions habituelles d'un travail sédentaire, comme dans un bureau par exemple. Toutefois, les conditions réelles d'un combat ou d'une

³ Il existe plusieurs normes pouvant intéresser directement ou indirectement la conception d'icônes : ISO 7000, 7001, 11581, etc.

mission militaire n'ont pas été reproduites ou simulées pour cette évaluation, qui s'est déroulée dans un local militaire avec des sujets représentatifs des futurs utilisateurs, mais en mode sédentaire.

3 METHODE

L'objectif de cette évaluation est de déterminer parmi un ensemble de 72 icônes celles qui sont spontanément identifiées correctement et celles qui engendrent des erreurs, même après un court apprentissage. Les sujets de cette évaluation sont 79 militaires (61 grenadiers-voltigeurs et 17 gradés : officiers et sous-officiers), volontaires pour passer cette expérience et préalablement informés des objectifs et des conditions de passation. Les icônes testées se répartissent en 12 familles de 6 icônes, chacune correspondant à un certain contexte de transaction (par exemple : préparation de mission, suivi de mission, carte, tir, armes, etc.). Ce contexte est indiqué lors la présentation de chacune des icônes.

L'expérience, dont la passation est entièrement automatique, se déroule en 3 phases : identification spontanée (association d'une signification à une icône présentée), phase d'apprentissage (répétition), puis identification inverse (c'est-à-dire association d'une icône à une signification présentée). Pour chaque phase, l'ordre des présentations des stimuli est aléatoire.

3.1 Phase d'identification

Chaque icône apparaît au centre de l'écran, entourée de six significations, dont une seule est la signification attendue et les autres sont des significations erronées mais voisines et jamais extravagantes (figure 1). Le sujet doit désigner à l'aide d'une souris la signification qui lui semble la plus appropriée. Après chaque réponse donnée, un message apparaît en haut à droite de l'écran, indiquant au sujet la bonne réponse à fournir.

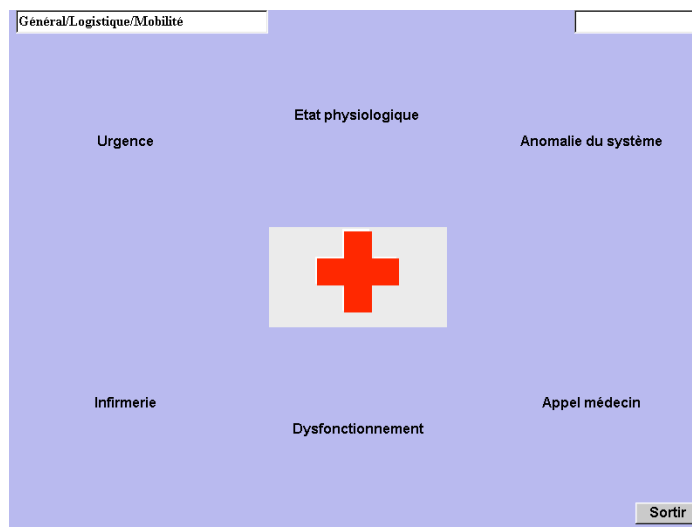


Figure 1 : exemple de page-écran lors de la phase d'identification

3.2 Phase d'apprentissage (répétition)

Chaque icône est présentée une deuxième fois comme précédemment, le résultat étant indiqué après les réponses.

3.3 Phase d'identification inverse

Lors de cette phase, la présentation des icônes est inversée : une signification apparaît au centre de l'écran, entourée de 6 icônes d'une même famille (figure 2). La tâche du sujet consiste, cette fois, à désigner l'icône correspondant à la signification appropriée.

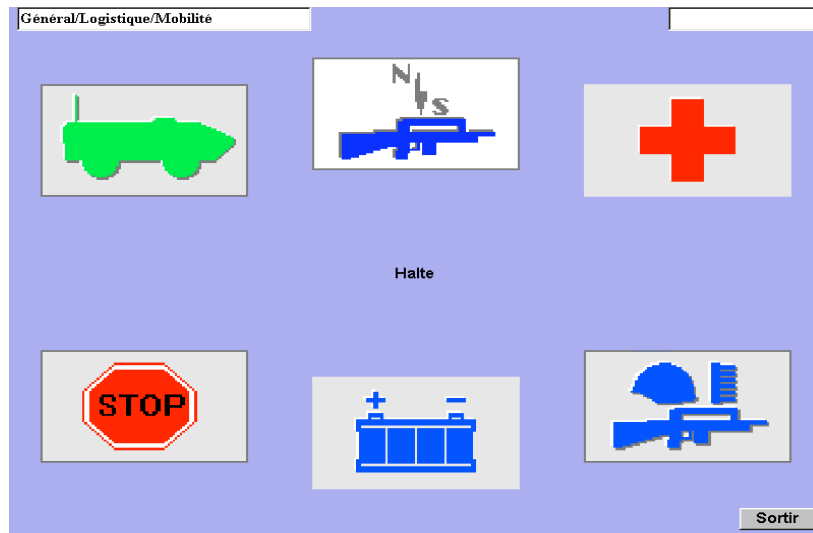


Figure 2 : Page d'écran représentant la phase de Vérification (Apprentissage)

4 RESULTATS

Le programme enregistre toutes les réponses des sujets. On analyse le pourcentage de réponses correctes, la dispersion et les erreurs commises⁴. Le premier résultat est, pour chacune des phases (identification, répétition, vérification), l'établissement d'un classement des icônes selon le pourcentage décroissant d'identifications correctes, toutes familles confondues. On observe que les trois classements obtenus diffèrent selon les phases. Ceci indique que certaines icônes peuvent plus facilement que d'autres être identifiées d'emblée, alors que d'autres nécessitent un certain apprentissage (qui n'a pas ici été poussé jusqu'à son terme⁵). On note qu'une association « icône > signification » n'implique pas que soit établie l'association duale « signification > icône ».

Le second type de résultats est une analyse plus fine, fondée sur une étude multifactorielle, distinguant les icônes bien identifiées et celles qui « résistent » à l'apprentissage (voir Sperandio & Wolff, 2003). Elle a été associée au calcul d'une matrice de confusion, la signification attendue de certaines icônes pouvant être associée à d'autres icônes. Cette analyse, en quelque sorte de type clinique, différencie bien les icônes qui n'ont pas de signification bien associée et celles auxquelles une signification erronée est facilement associée. Elle désigne donc directement les icônes à éliminer ou auxquelles des modifications doivent être apportées pour éviter des confusions qui risquent de se reproduire en dépit d'un certain apprentissage.

Les résultats obtenus sont riches en indications pratiques pour évaluer le lot d'icônes de cette application, mais il est de peu d'intérêt ici d'indiquer, icône par icône, le résultat relatif à chacune d'entre elles et les performances des sujets. Seuls quelques exemples illustratifs seront donnés.

D'une manière générale, cette évaluation a permis de montrer que certaines icônes sont spontanément mieux identifiées que d'autres, et que certaines donnent lieu à des confusions. Nous avons distingué les icônes « concrètes » (c'est-à-dire figurant un objet concret facilement identifiable) et les icônes plus abstraites. Et dans ces deux catégories, nous avons distingué celles dont les symboles sont formellement proches et celles dont les symboles sont bien différenciés. Nous retrouvons un résultat général : les icônes descriptives (concrètes) donnent de meilleurs scores d'identification que les icônes abstraites, *a fortiori* que les icônes arbitraires (Nogier, 2002 ; Mayhew, 1992).

⁴ Il est facile d'enregistrer également les temps de réponse, mais ils sont liés à plusieurs facteurs (réflexion, hésitations, lecture des items, habileté à se servir de la souris, etc.) dont l'interprétation est délicate.

⁵ Une variante intéressante de la méthode consiste à poursuivre l'apprentissage pour chaque icône et chaque sujet en prenant le score d'apprentissage comme critère d'évaluation de chaque icône et en éliminant progressivement des présentations les icônes bien identifiées. En pratique, ceci n'est possible que pour des évaluations portant sur un petit nombre d'icônes à évaluer.

4.1 Icônes concrètes avec significations non attendues

Il ne suffit cependant pas qu'une icône soit très concrète et bien descriptive d'un objet familier pour donner lieu à une identification correcte. Par exemple, parmi les icônes évaluées, il y avait des symboles très connus tels que celui de la croix rouge, ou une main, ou un haut-parleur, ou encore un fusil, etc. En tant que tel, l'objet concret peut être immédiatement reconnu, mais la signification visée ne lui est pas forcément associée correctement. Ainsi, en l'occurrence, la bonne réponse du symbole « croix-rouge » n'est pas « une croix-rouge », qui serait formellement exacte, mais « état physiologique » ; la bonne réponse du symbole « main » n'est pas « une main », mais « recentrage de la carte », dans le contexte de préparation de mission ; la bonne réponse du symbole « haut-parleur » n'est pas « un haut-parleur », mais « fin du silence général » (par exemple, faisant suite à un ordre donné par une icône représentant un haut-parleur barré d'un trait rouge et signifiant « silence général » ; de même encore, la bonne réponse du symbole « fusil » n'est pas « un fusil (famas) », mais peut avoir différents sens selon le contexte, tels que « tir autorisé » ou indiquer une « direction de l'arme » ou un équipement, etc. (voir tableau 1 ci-après).




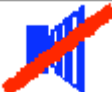



	État physiologique
	Recentrage de la carte
	Fin du silence général
	Silence général
	Tir autorisé
	Direction de l'arme
	Équipement de l'équipe

Tableau 1 : exemples d'icônes concrètes qui ont été associées à des significations inexactes

Ce résultat est général. Ainsi, sur les interfaces informatiques, il est classique de présenter des icônes concrètes figurant, par exemple, une disquette pour désigner non pas une disquette, ni même un lecteur de disquette, mais une commande de sauvegarde (qui se fait typiquement sur le disque dur), ou une silhouette d'imprimante pour représenter non le périphérique lui-même mais une commande d'impression. De même, dans des locaux, l'icône désormais classique d'une cigarette barrée ne signifie l'interdiction de la cigarette mais l'interdiction de fumer.

Des icônes très concrètes peuvent être confondues avec d'autres dont les traits sont proches, d'autant plus si elles sont associées à des significations non attendues. Par exemple, la signification de l'icône « haut-parleur » (fin du silence général) a été confondue par 59% des sujets avec l'icône « haut-parleur barré » (silence général), et elle n'a été apprise que par 41% des sujets.

4.2 Icônes abstraites de significations proches, distinguées par des couleurs

Un autre résultat intéressant est la mise en évidence de la fragilité d'un codage des icônes par la couleur. La capacité des sujets à discriminer entre les deux couleurs bleu (pour les « amis ») et rouge (pour les « ennemis ») n'est pas en cause ici (elle pourrait l'être avec des sujets dyschromates, ce qui n'était pas le cas), et de plus cette distinction associée à « ami / ennemi » est classique en milieu

militaire. Il en est de même pour les pastilles jaune ou rouge indiquant respectivement une anomalie du système ou un dysfonctionnement. Des erreurs ont été observées, les sujets se concentrant davantage sur la signification de la forme que sur ce sur-codage que constitue la couleur (voir tableau 2). On retrouve ici les résultats de Hemenway (1982) et de Kurniawan (2000), qui soulignent que la répétition d'éléments peut entraîner des confusions, même si les fonctions symbolisées sont proches (voir tableau 2, ci-après, où trois exemples de familles sont donnés).







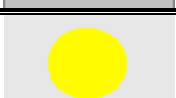
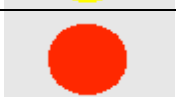

	Mortier « ami »
	Canon automatique « ennemi »
	Canon artillerie « ami »
	Section « amie »
	Groupe « ennemi »
	Équipe « amie »
	Anomalie du système
	Dysfonctionnement
	État non déterminé

Tableau 2 : exemples d'icônes proches (concrètes ou arbitraires), ayant des significations différentes.

Cela suggère qu'il faut utiliser avec prudence la couleur comme modalité de codage sur des icônes ayant des symboles proches, surtout si la situation est stressante ou contraignante en charge mentale. La couleur apparente sur un écran peut, en outre, varier selon les conditions d'éclairage ou être peu perceptible (et évidemment inutilisable sur des écrans noir et blanc).

A titre d'exemple, l'icône « mortier ami » a été confondue avec d'autres icônes symbolisant des armes (icônes proches de celle-ci) par 29% des sujets, et a été aussi quelquefois confondue avec son homologue « mortier ennemi ». L'icône « anomalie du système » (pastille jaune) a été confondu dans 17% des cas avec l'icône « dysfonctionnement » (pastille rouge) et dans 14% des cas avec la pastille grise symbolisant un « état indéterminé ».

4.3 Icônes correctement identifiées et facilement apprises

Un résultat intéressant est le fait que les sujets ont rapidement progressé. On constate que les 72 sujets ont en moyenne effectué 55% d'identifications correctes lors de la première phase, puis après une phase d'apprentissage très courte, ont obtenu un pourcentage de 86%. Cette différence de 31% nous permet de conclure que même les icônes qui ne sont pas immédiatement identifiées correctement finiront par être apprises, même les plus arbitraires d'entre elles.




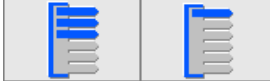
	Halte
	Equipement Hors Service
	Risque Chimique / Fin risque chimique
	Tir en Rafale 3 coups / Tir Coup par coup

Tableau 3 : exemples d'icônes correctement identifiées et facilement apprises

Parmi celles qui ont été correctement identifiées, on retrouve les symboles familiers comme ceux des icônes « Stop », « HS », ou « Chimique » (tableau 3). Il en est de même pour des icônes représentant le risque de nucléaire / Fin de risque (symbolisées respectivement par la classique hélice, barrée ou non) ou l'observation / Fin observation (symbolisées par un œil, barré ou non), etc. Pour les symboles de « rafales », même s'ils ont été mal identifiés lors de la première phase, ils font partie de ceux qui ont été rapidement les mieux appris.

On sait par expérience que les icônes identifiées spontanément sont celles qui résistent le mieux à l'oubli, mais également aux contraintes mentales de divers types (charge de travail, contrainte de temps, fatigue, stress, etc.) et environnementales.

4.4 icônes résistant à l'apprentissage

Les icônes résistant le plus à l'apprentissage sont celles, la plupart du temps, qui ont été mal identifiées initialement, qui sont confondues avec d'autres ayant des symboles très proches, particulièrement celles dont la distinction de signification s'effectue essentiellement sur la couleur. Parmi celles-ci, nous retrouvons les icônes abstraites précédemment présentées (les « armes amies ou ennemies » ; les « section ou groupe » symbolisés par des points, ou les pastilles de couleur signalant une anomalie ou un dysfonctionnement (voir tableau 2 *supra*). Les sujets se focalisent plus sur la compréhension de la signification de l'icône que sur la couleur, et il est fréquemment arrivé que les sujets confondent les amis avec les ennemis ! La couleur ne suffit donc pas à distinguer les symboles. Sont concernées également les icônes concrètes de « silence général » et de « fin de silence général » (voir tableau 1), qui correspond sémantiquement à une double négation.

Notons que les sujets de cette évaluation étaient, en général, peu familiers de l'iconographie usuelle du monde informatique, et inégalement familiers de certains standards symbologiques militaires (FELIN étant encore un projet expérimental). La supériorité des résultats obtenus par les sujets gradés (64% de bonnes réponses lors de la phase 1, et 92% lors de la phase 3), comparés à ceux obtenus par les non-gradés (52% de bonnes réponses lors de la phase 1, et 84% lors de la phase 3), peut s'expliquer par une familiarité plus grande des sujets gradés avec certaines des icônes, même abstraites, du fait de leur formation.

5 CONTEXTE DE LA SECONDE ETUDE

Des résultats similaires aux précédents ont été obtenus dans une expérience menée en milieu universitaire et portant sur des icônes « classiques ». Soixante-deux sujets étudiants en Psychologie à l'Université René Descartes - Paris 5 ont participé à cette expérience. Ces sujets ont été répartis en deux groupes : aux 31 sujets du premier groupe, il était précisé qu'ils devaient répondre en se situant dans un contexte informatique ; aucune précision quant au contexte n'était fournie aux 31 autres sujets du second groupe (contexte neutre). Parmi les étudiants du groupe « contexte informatique », certains avaient une bonne expérience informatique, d'autres non. Cette distinction sera prise en compte lors de l'analyse.

Pour cette expérience, qui se déroulait en trois phases (phase d'identification, d'apprentissage, et d'identification inverse), selon les mêmes critères de passation et de présentation que l'expérience

présentée en contexte militaire, 36 icônes extraites de l'ouvrage Horton (1994) ont été sélectionnées de manière à construire 6 conditions de 6 icônes chacune, de couleur identique.

Pour chaque icône nous avons associé six significations, parmi lesquelles figurait une bonne réponse pour le contexte informatique et une bonne réponse pour le contexte neutre.

Les icônes à reconnaissance directe ont des symboles explicites, « concrets », contrairement aux icônes à reconnaissance indirecte qui sont des symboles plus « abstraits ». Les icônes sémantiquement proches ont des significations identiques, tandis que les icônes sémantiquement différentes ont des significations différentes.

Dans les quatre premières conditions (c1 à c4), les icônes ont été *appariées deux à deux*, en fonction de la proximité de leur symbole (symboles se ressemblant). Pour chaque icône, six significations sont proposées, dont deux correspondent à « la signification attendue », soit en contexte informatique, soit en contexte neutre. Deux autres sont des significations erronées, mais cohérentes. Et enfin, deux autres, toujours les mêmes, quelle que soit l'icône présentée, sont les verbes « configurer » et « attendre » ou les substantifs équivalents. Les caractéristiques des icônes sont résumées dans l'encadré 1, et deux exemples d'appariement sont donnés ci-après (voir tableaux 4 et 5).

Icônes appariées deux à deux pour chaque condition, en fonction de leur ressemblance

- condition 1 (c1) : reconnaissance directe (symboles concrets) / sémantiques différentes
- condition 2 (c2) : reconnaissance indirecte (symboles abstraits) / sémantiques différentes
- condition 3 (c3) : reconnaissance directe (symboles concrets) / sémantiques identiques
- condition 4 (c4) : reconnaissance indirecte (symboles abstraits) / sémantiques identiques

Icônes indépendantes pour chaque condition « neutre »

- condition 5 (c5) : reconnaissance directe (symboles concrets usuels)
- condition 6 (c6) : reconnaissance indirecte (symboles abstraits usuels)

Encadré 1 : caractéristiques des 36 icônes réparties en 6 conditions

Ainsi, parmi ces 6 conditions, 4 contre-balancent les symboles concrets proches, de sémantiques identiques ou différentes, avec les symboles abstraits de sémantiques identiques ou différentes. Les deux dernières conditions sont dites « neutres », car construites sans appariement, avec des symboles concrets ou abstraits connus de tout un chacun (icônes familières, telles que téléphone, restaurant, indiquées notamment en signalisation routière, ou icônes placées sur les ustensiles utilisés quotidiennement, etc.). Les icônes des conditions neutres (c5 et c6) sont donc indépendantes les unes des autres. Un exemple pour une icône abstraite est proposé dans le tableau 6.



	Significations proposées		« Mauvaises Réponses »			
	BR Contexte Informatique	BR Contexte Neutre				
	Charger	Entrer	Quitter	Sortir	Configurer	Attendre
	Quitter	Sortir	Charger	Entrer	Configurer	Attendre

Tableau 4 : exemple d'appariement de 2 symboles abstraits, proches symboliquement, et avec des sémantiques différentes (extrait de la condition c2) pour les deux contextes de présentation (neutre et informatique).

Légende : BR : Bonne réponse « attendue »



	Significations proposées					
	BR Contexte Informatique	BR Contexte Neutre	« Mauvaises Réponses »			
	Colorier	Peindre	Coller	Dessiner	Configurer	Attendre
	Colorier	Peindre	Coller	Dessiner	Configurer	Attendre

Tableau 5 : exemple d'appariement de 2 symboles concrets, proches symboliquement, et avec des sémantiques identiques (extrait de la condition c3) pour les deux contextes de présentation (neutre et informatique).


	Significations proposées					
	BR Contexte Informatique	BR Contexte Neutre	« Mauvaises Réponses »			
	Avance Rapide	En Avant	Retour Rapide	En Arrière	Configuration	Attente

Tableau 6 : exemple de symbole abstrait (extrait de la condition neutre c6) pour les deux contextes de présentation (neutre et informatique).

Les hypothèses sous-jacentes à cette expérience sont nombreuses, et sont associées aux différentes conditions élaborées pour cette expérience : effet du contexte (informatique/neutre), effet de la nature de l'icône (concrète/abstraite), effet de la nature du message (sémantiques identiques/différentes et conditions neutres), effet lié aux phases de présentation (identification spontanée, répétition/apprentissage, identification inverse), et plusieurs hypothèses d'interaction liées aux combinaisons des différents facteurs, notamment entre la nature de l'icône et la nature du message avec comparaison des 6 conditions (voir encadré 1).

Ne seront présentés brièvement ci-après que quelques résultats, mis en rapport avec l'expérience précédente, notamment pour ce qui concerne l'effet du contexte, l'effet d'interaction « nature de l'icône / nature du message », et l'apprentissage.

6 RESULTATS DE CETTE SECONDE EXPERIENCE

Tout comme l'expérience menée en contexte militaire, cette expérimentation a produit plusieurs types de résultats. Le premier type est une analyse des pourcentages de bonnes réponses, pour chacune des phases (identification spontanée, répétition, identification inverse), des icônes en fonction du contexte (informatique/neutre), des symboles utilisés (concret/abstrait), de la proximité des icônes (symboles proches/éloignés), des sémantiques employées (proches/différentes). Le second type est une analyse inférentielle (analyse de la variance).

6.1 Effet du contexte

L'analyse descriptive nous permet de constater qu'il existe une différence au niveau des pourcentages moyens de bonnes réponses pour ce qui concerne les sujets du groupe « contexte informatique » (68% de bonnes réponses) et ceux du groupe « contexte neutre » (77% de bonnes réponses), toutes phases confondues (test d'inférence significatif au seuil .001). Cette différence s'explique par le fait que les étudiants, en majorité, n'avaient pas une bonne expérience de la pratique informatique. Si l'on examine les résultats des quelques sujets expérimentés en informatique, cette différence s'amenuise considérablement. Comme dans l'expérience en milieu militaire, l'effet de

l'expérience et/ou de la formation sur les résultats d'identification et d'apprentissage des icônes est indéniable.

6.2 6.2 Icônes concrètes / abstraites et nature du message sémantique (et conditions neutres)

On retrouve ici aussi non seulement les résultats de la littérature, mais aussi les grandes tendances de l'expérimentation effectuée en contexte militaire : globalement lorsque des icônes concrètes sont présentées, elles sont mieux identifiées, donc mieux apprises (76% de bonnes réponses) que les icônes abstraites (70% de bonne réponses). Cette différence est significative au seuil .001. Par contre, lorsque les icônes sont associées à des significations sémantiques différentes, la différence icônes concrètes/icônes abstraites est quasiment inexistante (tout comme en condition neutre). Par contre, il existe une différence significative au seuil .001 entre ces deux types d'icônes, lorsque les messages sémantiques sont identiques. Les icônes concrètes sont alors beaucoup mieux reconnues que les abstraites (différence de 12.45%). Ce qui rejoint les résultats trouvés précédemment (§ 4.1) : qu'une icône soit concrète ou non, elle risque d'être confondue par le sujet si elle partage trop de traits avec une autre. La figure 3 ci-après résume ces données (interaction significative au seuil .001) :

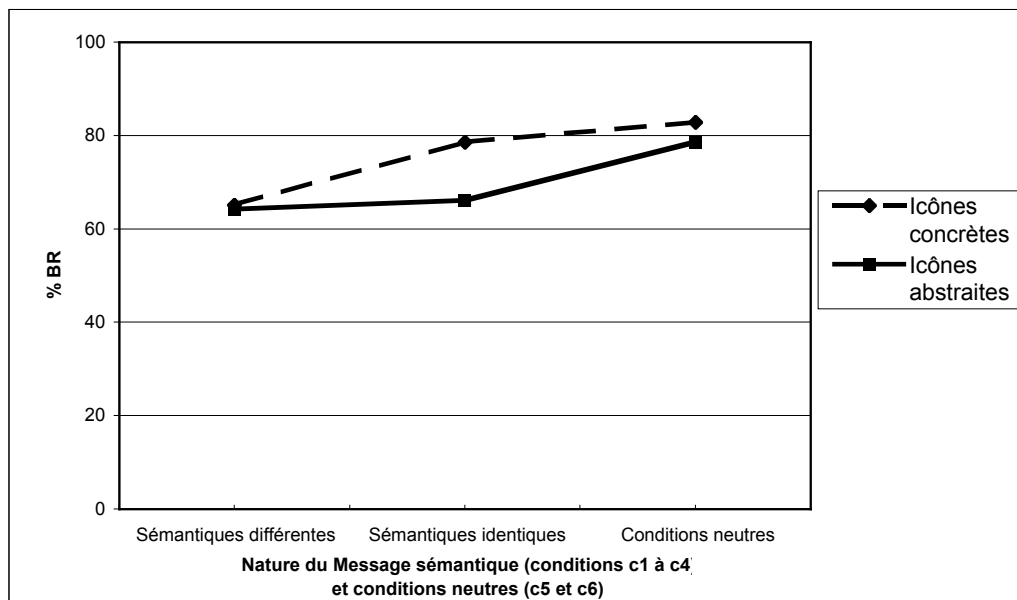


Figure 3 : Interaction entre la nature du message (sémantiques différentes, proches et conditions neutres) et la nature des icônes (concrètes, abstraites)

6.3 Apprentissage

Globalement, les sujets de cette expérience ont obtenu un pourcentage de bonnes réponses en phase d'identification de 44%, puis de 92% en phase de vérification, soit un gain de 48% (test significatif au seuil .001). Toutefois, comme il a été précisé pour l'expérience précédente, il faut proposer avec prudence des icônes ayant des traits proches, surtout si la situation peut être stressante ou induit une charge mentale élevée pour les sujets.

Notons que les icônes familières (présentées lors des deux conditions neutres), telles que les symboles présentés par la signalisation routière (téléphone, aire de jeux, restaurant, etc.) sont immédiatement identifiées et donc parfaitement apprises (taux de réussite proches de 100%).

7 CONCLUSION

La méthode consistant à présenter des icônes une par une à des sujets et à recueillir la signification qu'ils leur associent peut aussi se pratiquer tout simplement en mode papier-crayon, mais la passation par ordinateur présente plusieurs avantages : rapidité, standardisation de la passation pour tous les sujets, facilité de création et de manipulation des stimuli, recueil automatique des réponses et

calcul des scores, diminution de biais éventuels liés à l'expérimentateur, possibilité de paralléliser l'expérience en utilisant plusieurs ordinateurs, etc. Ces avantages sont d'autant plus appréciables que le nombre d'icônes à tester est grand, ainsi que l'échantillon de sujets, surtout si ceux-ci ne sont disponibles que pendant une courte période.

Nous avons utilisé ici la technique du choix forcé pour recueillir les identifications associées aux icônes (et inversement). Le recueil d'associations libres pourrait être préféré et peut donner des résultats différents, en particulier pour les icônes arbitraires auxquelles les sujets ne devraient normalement associer aucune signification d'emblée. Plus facile en passation papier / crayon, le recueil d'associations libres se prête cependant mal à une passation sur ordinateur et complique notablement le dépouillement.

Enfin, comme déjà signalé en note, il peut être intéressant de poursuivre assez loin la phase d'apprentissage en éliminant au fur et à mesure de la présentation les icônes bien apprises. Il est clair que cela allonge la durée de l'évaluation, particulièrement si le nombre d'icônes est grand et la taille de l'échantillon de sujets est importante.

Compte tenu des objectifs fixés, cette méthode a donné satisfaction. Elle nous semble facilement généralisable à toute évaluation d'icônes, aussi bien dans un but pratique opérationnel (choix technologique, éliminer des icônes dangereuses et suggérer des modifications à apporter) que pour une expérience scientifique portant sur des facteurs bien précis soit relatifs aux constituants des icônes, soit relatifs à des caractéristiques particulières des sujets.

Enfin, il faut être conscient qu'une telle évaluation place les sujets dans une situation, qui sans être absolument hors contexte (les sujets sont ici des militaires, le contexte restreint est toujours précisé, et les objets de la communication au moyen d'icônes leur sont familiers), est cependant un peu artificielle en ce sens que les sujets ne sont pas engagés dans l'action (par exemple, une mission militaire particulière ou l'utilisation d'un logiciel devenu familier).

8 BIBLIOGRAPHIE

- Castaing, M.F., & Truc-Martini, D. (1995). *Communication homme-machine. Ergonomie des interfaces. II – conception d'icônes pour l'apprentissage d'une langue* (Notes et Documents LIMSI n° 95-04). Paris : LIMSI/CNRS.
- Horton, W. (1994). *The icon book : Visual symbol for computer systems and documentation*. New-York : John Wiley.
- Hemenway, K. (1982). Psychological issues in the use of icons in command menus. *Proceedings of ACM conference on Human Factors in computers systems* (pp.20-23). Caithersburg, MD : ACM Press
- Kurnawian, S.R. (2000). A rule of thumb of icons'visual distinctiveness. *Proceedings of ACM conference on universal usability* (pp. 159-160). Arlington, VA : ACM Press
- Mayhew, D.J. (1992). *Principles and guidelines in software user interface design*. N.J : Prentice-Hall.
- Mc Dougall, S.J.P., Curry, M.B., & De Bruijn, O. (1999). Measuring symbol and icon characteristics : Norms for concreteness, complexity, meaningfulness, familiarity, and semantic distance for 239 symbols. *Behavior Research Method, Instruments & Computer*, 31 (3), 487-519.
- Nogier, J. F. (2002). *De l'ergonomie du logiciel au design des sites web*. Paris : Dunod.,
- Sperandio, J.C., & Wolff, M. (2003). *Étude de l'ergonomie cognitive : rapport final sur les expériences "signification des icônes et dualité attentionnelle"* (Fourniture n°4 DGA n° 01 55 430 00 470 92 58). Paris : Université René Descartes, Paris 5, LEI.
- Vaillant, P. (1999). *Sémiotique des langages d'icônes*. Paris : Honoré Champion.

Remerciements

Nous remercions vivement les étudiantes, stagiaires au LEI, qui ont aidé à la passation des expériences : Mesdemoiselles Gaëlle Genieys, Maud Kaplan, et Mélanie Migeon.

Analyse multifactorielle des verbalisations en Ergonomie : validité et richesse des interprétations

Marion Wolff, Jean-Marie Burkhardt

Université René Descartes (Paris 5)

Laboratoire d'Ergonomie Informatique (LEI)
45, rue des Saints-Pères. 75 270 Paris Cedex 6

wolff@ergo-info.univ-paris5.fr

burkhardt@ergo-info.univ-paris5.fr

Willemien Visser

Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique (INRIA)

Projet Eiffel - Domaine de Voluceau

Rocquencourt – BP 105 – 78 153 Le Chesnay Cedex

willemien.visser@inria.fr

RESUME

Les verbalisations, spontanées ou provoquées, constituent la plupart du temps le matériau de base des analyses du travail en Ergonomie, mais elles ne sont pas toujours analysées en profondeur, soit parce qu'elles ne sont pas recueillies selon une procédure rigoureuse, soit parce que leur contenu est trop complexe, trop varié (trop « multivarié »). L'objectif de cet exposé est de présenter une utilisation conjointe de deux méthodes : l'Analyse Cognitive-Discursive (ACD) et l'analyse de données multidimensionnelles permettant d'aborder toute la richesse d'un corpus, de valider des hypothèses, et d'accéder aux différentes représentations des opérateurs étudiés. L'utilisation de cette méthode est illustrée à l'aide de deux études fondées sur des recueils de verbalisations : une concernant l'analyse de la notion de point de vue en conception, l'autre une analyse de descriptions d'itinéraires.

MOTS-CLES

verbalisations, analyse discursive, analyse multidimensionnelle, validation, interprétations.

1 INTRODUCTION

Les verbalisations, spontanées ou provoquées, constituent la plupart du temps le matériau de base des analyses du travail en Ergonomie, mais elles ne sont pas toujours analysées en profondeur, souvent parce que leur contenu est trop complexe, trop varié (trop « multivarié »). L'ergonome doit pourtant faire la part entre la forme et le sens, c'est-à-dire entre les mots tels qu'ils ont été prononcés (les phrases orales sont souvent grammaticalement incorrectes) et leur signification. Il s'intéresse le plus souvent au sens (contenu des connaissances, motif des actions et des décisions, difficultés ressenties, etc.) plutôt qu'à la forme linguistique des verbalisations, sauf s'il s'agit d'en extraire les bases d'un langage propre (langages *opératifs* - langages spécifiques utilisés en contexte par des communautés partageant les mêmes codes). Souvent l'ergonome ignore l'abondance des éléments intéressants pouvant être extraits des verbalisations, et réduit l'information à quelques variables, sacrifiant ainsi beaucoup de la richesse des corpus. D'autres informations importantes concernant directement les sujets peuvent compléter ces verbalisations : niveau d'expertise, fonction au sein de l'entreprise, ancienneté, sexe, sites de travail (lorsque des sujets ont la même fonction dans des lieux différents), etc. Les données dont l'ergonome dispose sont donc multidimensionnelles et demandent à être analysées simultanément, et non respectivement, de manière à pouvoir déterminer des *profils* prenant évidemment en compte les composantes multiples de ces sujets. Dans ce cas, l'utilisation conjointe de méthodes d'analyse discursive et d'analyse de données multidimensionnelles est la plus appropriée.

L'objectif de cet exposé est de présenter les fondements et avantages de ces différentes analyses, utiles non seulement pour la validation des données recueillies, mais aussi pour la richesse des interprétations.

2 LES ANALYSES DISCURSIVES : QUELLE METHODE UTILISER ?

Les méthodes d'analyse discursive les plus utilisées sont actuellement celles fondées sur l'Analyse de Contenu Thématique (ACT ; voir Bardin, 1991), où les « thèmes » du discours sont le plus souvent organisés par le codeur lui-même, et à partir de sa subjectivité. Ces analyses ne sont donc pas, la plupart du temps, reproductibles. Afin de valider l'analyse des verbalisations, il est donc nécessaire d'avoir recours à une méthode expérimentale et reproductible. L'Analyse Cognitivo-Discursive (ACD ; voir Ghiglione, Landré, & Molette, 1998), qui traduit une approche sémantico-pragmatique, le permet par le biais de l'utilisation du logiciel *Tropes*¹. De plus en plus d'études, aussi bien dans le domaine de la Psychologie Sociale (voir, par exemple, Salès-Wuillemin & Gilibert, 2001) qu'en Ergonomie (Wolff & Després, 2003 ; Wolff, Rouanet & Grosgeorge, 1998 ; Wolff & Sperandio, 2000) se sont appuyées ces dernières années sur *Tropes* pour analyser des univers sémantiques mis en œuvre dans différents corpus et traduisant les représentations des personnes ayant tenu ces discours.

Pour ce qui concerne les bases de l'analyse sémantique, *Tropes* s'appuie sur des dictionnaires comprenant des centaines de milliers de classifications sémantiques prédéfinies. Sur ces bases, *Tropes* fournit au départ pour le discours particulier que l'on souhaite étudier, une analyse en « univers de référence », où chaque univers est composé d'un ensemble d'« équivalents sémantiques », c'est-à-dire des regroupements de termes sémantiquement proches, sur la base de classifications sémantiques prédéfinies. Ces classifications, soumises à l'analyste, peuvent être modifiées ou complétées en fonction du langage spécifique au domaine dans lequel les locuteurs étudiés évoluent (langage dit *opératif*). L'ensemble des univers de référence adoptés pour l'analyse d'un certain corpus est appelé *scénario* dans *Tropes*. De plus, cet outil fondé sur les travaux relatifs au modèle propositionnel de Kintsch et Van Dijk (1978), Van Dijk et Kintsch (1983), Kintsch (1988), permet de valider bon nombre d'analyses de contenus, car il donne également la possibilité de dégager les styles discursifs utilisés par les locuteurs, à l'aide de classifications fondées sur les recherches de Charaudeau (1992), inspiré par Benveniste (1974) et François (1986). Cet outil a été validé par bon nombre de recherches en Psychologie sociale, mais reste encore peu utilisé en Ergonomie. Les recherches que nous présentons dans cet article ont donc pour objectif de faire connaître cette méthode, utile pour les analyses de contenus. Par rapport à l'analyse lexicale, appliquée notamment à l'aide du logiciel *Alceste*, elle donne la possibilité d'étendre les interprétations au-delà des simples découpage et tri des mots constituant les discours, en particulier par les études des indicateurs langagiers et des univers sémantiques.

A titre d'exemple, nous citerons une étude récente (Burkhardt & Wolff, 2002) portant sur l'analyse des *points de vue* de différents acteurs de la conception travaillant sur divers sites (Association pour la Formation Professionnelle des Adultes, Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris, Eurocontrol : centre européen de contrôle aérien, INRIA, SNCF, Paris 5), et évoluant dans les domaines de la Réalité Virtuelle (RV) ou de la simulation. Par exemple, pour les entretiens recueillis, l'univers de référence concernant les « apprenants » est constitué des équivalents « stagiaires », « contrôleurs », « conducteurs », « tractionnaires », « métallurgistes », etc. ; ces équivalents représentant les différents personnels en formation sur ces sites. Outre cette fonction sémantique, *Tropes* regroupe également les mots du discours en plusieurs grandes catégories, d'« indicateurs langagiers ». Les principaux indicateurs langagiers correspondent à différents types (catégories) de verbes (factifs ou d'action, statifs ou d'état, déclaratifs et performatifs), de connecteurs (conjonctions de coordination, conjonctions de subordination et locutions conjonctives) et d'adjectifs qualificatifs (objectifs, subjectifs et numériques), et à un ensemble de modalisations sous forme d'adverbes ou locutions adverbiales. *Tropes* permet également de repérer les relations fortes entre les univers sémantiques évoqués et les indicateurs langagiers utilisés, de manière à repérer les parties argumentatives et descriptives relatives aux différents univers évoqués.

Au niveau global, une forte présence de certains types d'indicateurs langagiers dans un discours traduit un certain « style » de discours. Ces styles sont au nombre de quatre : argumentatif, énonciatif, descriptif, ou narratif. Ces styles sont déterminés sur la base de classifications linguistiques bien établies (Benveniste, 1974 ; Charadeau, 1992), puis programmées à l'aide de règles statistiques fondées sur les travaux de ces linguistes. La détermination de ce style permet à l'analyste soit :

¹ Logiciel *Tropes*, Version 6.0 (2002), diffusé par Acetic – 14, rue du 4 Septembre. 75 093 Paris Cedex 2. Site Web : www.acetic.fr

-
- de valider l'argumentation des propos énoncés par les locuteurs, si l'étude porte sur l'accès à des représentations mentales ou à des raisonnements (on vérifiera alors que les styles utilisés sont argumentatifs ou énonciatifs).
 - d'explorer les différents styles utilisés, par exemple dans le cas de dialogues recueillis lors de réunions de travail mettant en présence différents locuteurs ayant des statuts différents au sein de l'entreprise. On pourra vérifier, si les chefs de projet tendent plutôt à utiliser un style mettant en œuvre des arguments convaincants (style énonciatif), et si les autres acteurs utilisent un style descriptif ou narratif. Ceci s'applique aussi aux verbalisations provoquées.

Afin d'étudier les différentes énonciations, en fonction des acteurs impliqués dans le discours, dans le cadre d'analyses d'entretiens, de dialogues, ou de « raisonnements à voix haute », il est utile d'avoir recours aux analyses de données multidimensionnelles.

3 ANALYSES DE DONNEES MULTIDIMENSIONNELLES

Les analyses de données multidimensionnelles, appelées également analyses géométriques, ont été développées par Benzécri (1980). Nous n'exposerons pas dans le cadre de cet article les fondements mathématiques sous-jacents (voir Rouanet & Le Roux, 1993 pour des démonstrations détaillées, ou Wolff, 2003, pour un exposé de cas pratiques d'application). Ce type de méthode, tout à fait adaptée pour l'analyse des verbalisations, permet de visualiser les données sous forme de nuages de points dans des espaces géométriques, puis d'interpréter les proximités et les oppositions entre points. Si les corpus sont de tailles approximativement identiques (ce qui est le cas par exemple pour le recueil de raisonnements quant à une tâche précise à effectuer), on peut mettre en œuvre une Analyse Factorielle des Correspondances (AFC), où les données seront simplement issues de dénombrements. Au contraire, si les corpus sont de tailles assez différentes (dans le cas d'entretiens semi-dirigés, par exemple), il est préférable de travailler sur des fréquences d'occurrences (« nombre de fois » où un univers a été évoqué rapporté au nombre total d'univers évoqués, pour un locuteur donné). Auquel cas, une Analyse en Composantes Principales (ACP) standard sera à privilégier. Le tableau de données sera sous la forme : n individus (en lignes) et X variables numériques (en colonnes), qui pourront être déclarées comme variables actives (participant pleinement à la construction géométrique de l'ACP) ou variables supplémentaires (par exemple, si elles ne sont pas discriminantes pour l'analyse, ou jugées complémentaires, elles ne participeront à la construction géométrique, mais pourront être situées dans les nuages).

On peut également adjoindre à ces tableaux, qu'ils soient préparés pour une AFC ou une ACP, des repères « qualitatifs » (appelés *facteurs structurants*) concernant les locuteurs eux-mêmes. Ces repères peuvent indiquer le degré d'expertise des sujets interviewés, leur ancienneté et/ou leur fonction au sein de l'entreprise, leur âge, leur sexe, etc. Ces repères qualitatifs permettront d'analyser ultérieurement des proximités ou des oppositions de comportements selon le facteur étudié, à partir de la constitution de points moyens, issus des regroupements d'individus concernés par les mêmes caractéristiques étudiées. Mais les interprétations s'effectuent toujours en tenant compte des univers sémantiques évoqués dans le discours des différents acteurs, en fonction de leur dispersion les uns par rapport aux autres, ou par rapport à une production moyenne (symbolisée par le centre de gravité du nuage).

Pour cette analyse statistique exploratoire, ce sont les données qui « construisent » les interprétations, mais les conclusions reviennent à l'analyste, spécialiste du domaine étudié, qui peut trouver dans ces résultats des pistes de travail pour des études ultérieures. Il peut aussi valider des recherches antérieures, ou confirmer ses résultats, obtenus à partir de ces analyses exploratoires, en utilisant une approche inférentielle. Ci-après seront présentés deux exemples concernant une analyse d'entretiens semi-dirigés menés auprès de concepteurs en Réalité Virtuelle (RV) ou simulation (voir Burkhardt & Wolff, 2002, pour un exposé détaillé), et une analyse de verbalisations provoquées visant à décrire des itinéraires à des personnes connaissant ou non une région qu'il faut traverser en voiture pour se rendre à différents lieux déterminés au préalable (voir Grall & Visser, 2001, pour la présentation d'une première analyse). Pour les deux études, les résultats de l'analyse discursive effectuées avec Tropes feront l'objet d'une ACP ; les discours recueillis étant de longueur différente, ce sont les fréquences d'occurrence qui ont été privilégiées.

4 PREMIER EXEMPLE D'APPLICATION : ANALYSE D'ENTRETIENS SEMI-DIRIGES

Vingt-quatre concepteurs de trois spécialités (informatique, formation, ergonomie) travaillant principalement dans le domaine de la RV ou dans le domaine de la simulation ont été interviewés sur leur site de travail (AFPA, Ecole des Mines, Eurocontrol, INRIA, SNCF).

La grille d'entretien portait sur la description des projets auxquels les différents acteurs avaient participé, puis de leur projet actuel. Les 24 entretiens, d'une durée d'environ 40 mn chacun, ont été enregistrés sur bande magnétique, puis retranscrits.

4.1 Analyse discursive

L'analyse porte sur la *point de vue des locuteurs* selon leur domaine et leur spécialité. A un niveau global d'analyse, il a été vérifié que tous les discours sont homogènes, de style argumentatif, qui indique une implication du locuteur dans son discours. Le scénario est élaboré à l'aide d'univers définis à partir d'équivalents paradigmatiques (issus du langage opératif) ; pour chaque univers on relève les fréquences d'occurrences par locuteur. Puis pour chaque locuteur, on recueille également les indicateurs langagiers utilisés. Le *scénario* d'analyse a été élaboré à partir de classifications sémantiques effectuées sur les 24 discours, en intégrant le langage opératif des experts. Onze « univers principaux » ont ainsi été définis avec leurs classes d'équivalents. Huit autres univers trop liés à une fonction ou à domaine spécifique (tels que : Apprenant, Formation, Utilisateur, Simulation), ou peu discriminants car évoqués dans les mêmes proportions par tous les sujets (tels que Avantages, Limites, Méthodologie ou Technologie) ont été déclarés « univers secondaires ». À ce titre, ils figureront en « variables supplémentaires » lors des analyses géométriques ultérieures. Les 11 Univers principaux (quelques équivalents paradigmatiques ont été adjoints en guise d'exemples) sont : Ergonomie (ergo, ergonomie, utilisabilité, etc.), Fidélité (fidèle, fidélité), Image (affichage, image, représentation, symbole, etc.), Immersion (immergé, immersif, etc.), Interaction (interactif, interaction, interactivité, interagir), Interface (capteur, casque, clavier, écran, gant, etc.), Réalisme (impression, réalisme, etc.), Réalité (conformité, identique, etc.), Scénario² (scénario, frame, script, scène), Sens (3D, vision, goût, etc.), Tâche (procédure, tâche). Les 11 univers principaux sont déclarés comme des variables actives pour l'ACP, et les 8 « univers secondaires » auront le statut de variables supplémentaires ; tout comme les indicateurs langagiers qui ont été relevés pour chacun des sujets, puis adjoints au tableau des univers. Le statut de variable supplémentaire permet ainsi de donner un complément d'information quant à l'interprétation des univers principaux. L'ensemble de ces recueils est répertorié dans un tableau à 24 lignes (les 24 locuteurs) et 31 variables quantitatives (11 univers principaux, 8 secondaires, et 12 catégories d'indicateurs langagiers les plus utilisés par les locuteurs, tels que verbes statifs, déclaratifs, factifs, modalisations de manière, d'affirmation, de négation, d'intensité, connecteurs de temps, de cause, d'addition, adjectifs objectifs et subjectifs). Ce tableau a fait l'objet d'une ACP. Pour l'étude des individus, nous avons utilisé 3 facteurs structurants : *Fonction* (à 3 modalités : informatique, formation, ergonomie), *Domaine de travail* (à 2 modalités : RV, simulation), *Site de travail* (à 5 modalités : AFPA, Eurocontrol, Ecole des Mines, INRIA, SNCF, Paris 5).

4.2 Analyse multidimensionnelle des discours

Quatre axes ont été retenus pour cette ACP (70.5% de la variance prise en compte), mais seuls les deux premiers axes seront interprétés pour cette présentation, car ils sont représentatifs des principales informations données par les variables. Ces informations, considérées comme des aides à l'interprétation, sont des indices numériques, tels que les cosinus carrés, les contributions relatives à la variance de axes. Nous présenterons ci-après le nuage des variables (voir figure 1), puis celui des points moyens dérivé à partir des facteurs structurants indexant les individus selon la fonction occupée au sein de l'entreprise (informatique, formation, ergonomie) et la spécialité exercée (RV, simulation). Les points moyens relatifs aux sites ne seront pas présentés ; ils sont en effet confondus avec le domaine de travail et la spécialité. Le nuage des points moyens (voir figure 2) sera interprété en fonction des résultats issus du nuage des variables.

² A ne pas confondre avec le scénario constitué à partir des discours. Il s'agit ici du scénario utilisé par les concepteurs, pour l'élaboration de l'Environnement Virtuel (EV).

Après étude des différents indices numériques fournis par l'ACP, l'axe 1 (horizontal) peut être interprété comme suit : il sépare les discours centrés sur le problème de la formation et ceux centrés sur les solutions technologiques. Cet axe met en effet en évidence l'opposition entre le référent Scénario et les référents Immersion, Interface, Réalisme et Sens. Pour les variables supplémentaires, on trouve parallèlement une opposition entre d'un côté Formation, Apprenants et, de l'autre l'évocation des personnes en tant qu'Utilisateurs. Les discours qui font fortement référence à des scénarios les associent souvent au domaine de la Formation, en référence à des Apprenants. Les locuteurs utilisent plutôt des verbes factifs (d'action), des modalisations de manière, et des adjectifs objectifs (par exemple : « **de toute façon, en formation, tout part de l'objectif pédagogique** ») Cette extrémité de l'axe correspond clairement à l'évocation de l'univers de la formation, des actions concrètes et de la façon dont les problèmes y sont traités, le tout étant plutôt décrit avec objectivité (les apprenants, le scénario etc.). A l'autre extrémité de l'axe, on trouve les références nombreuses à l'Immersion, aux Interfaces, au Réalisme, associées le plus souvent avec l'évocation des Utilisateurs. Ces univers sont évoqués à l'aide de verbes déclaratifs, utilisés dans l'intention de convaincre l'interlocuteur, et d'adjectifs subjectifs reflétant les opinions personnelles des locuteurs (par exemple : « **on peut voir avec le simulateur s'il est capable de reproduire la procédure** »). Cette extrémité représente l'évocation des univers liés aux outils et à la technologie, sur un mode subjectif, de manière à convaincre (accent mis sur les références à l'immersion, les interfaces, le réalisme, les sens). Au final, cet axe semble illustrer une dichotomie classique de la littérature sur les processus cognitifs mis en œuvre dans la conception : le domaine du problème (ou d'application) d'un côté, et l'espace des solutions de l'autre.

L'axe 2 (vertical) illustre une opposition forte dans les discours, selon qu'ils portent sur la simulation d'une certaine réalité, ou bien sur l'usage de ses simulations dans le monde réel. Cet axe représente l'opposition entre Image, Réalisme, Scénario d'un côté, et Réalité, Ergonomie, Méthodologie de l'autre. Les sujets traitent de la question de la reconstruction d'une certaine partie du réel à l'intérieur d'un système artificiel (simulateur ou environnement virtuel). Les références y sont énoncées assez fréquemment à l'aide de connecteurs d'opposition, qui permettent à la fois d'argumenter, de relativiser et de présenter des points de vue opposés, et aussi de modalisations d'intensité pour la dramatisation du discours (par exemple : « **même si on a des problèmes avec les images, on a presque réussi le réalisme** »). Le discours est complexe, plutôt hétérogène. Les deux référents images et scénario renvoient d'ailleurs probablement à des définitions possibles mais distinctes de la notion de réalisme : le réalisme perceptif, d'une part, et le réalisme du scénario, d'autre part (pour une discussion sur ce thème, voir Burkhardt, Bardy, et Lourdeaux, 2003, à paraître). A l'autre extrémité de l'axe 2, l'expérience évoquée est concrète et porte sur le réel : l'analyse des situations, l'utilisabilité et l'ergonomie du système, etc. Les personnes interrogées utilisent plus volontiers les références liées à la méthodologie, à la réalité, à l'Ergonomie, sans utiliser de manière récurrente d'indicateurs langagiers particuliers.

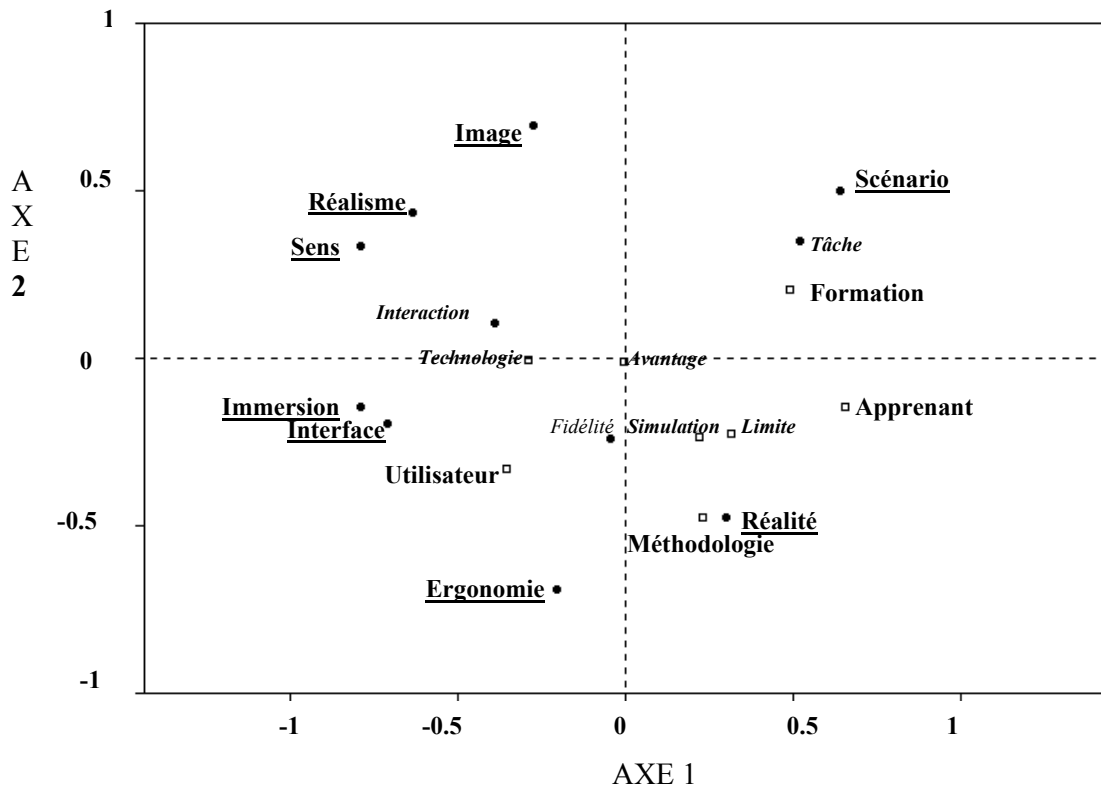


Figure 1 : Nuage des variables actives et supplémentaires. Plan 1-2

Légende

Variables actives : ronds pleins ; variables supplémentaires : carrés vides ; variables actives contribuant aux axes 1 et/ou 2 : caractères gras soulignés ; variables supplémentaires représentées par l'axe 1 et/ou 2 : caractères gras ; variables actives et supplémentaires non représentées par les axes 1 et 2 : caractères italiques.

Pour ne pas surcharger le graphique, nous n'avons pas fait apparaître les indicateurs langagiers, mis en variables supplémentaires. Ces derniers seront néanmoins pris en compte lors de l'interprétation des axes.

L'interprétation du nuage des variables va permettre celle du nuage des regroupements d'individus (voir figure 2).

L'axe 1 oppose les sites qui travaillent essentiellement sur la Réalité Virtuelle et l'informatique associée, et ceux dont les personnels interviewés travaillent essentiellement sur la simulation à des fins de formation. Les concepteurs oeuvrant dans le domaine de la Réalité Virtuelle ont tendance à évoquer l'immersion, les interactions, les interfaces, le réalisme, et la représentation des sens. Leur discours est plutôt ancré dans l'argumentatif et la subjectivité. Dans le domaine de la simulation, le discours est plus centré sur les tâches à accomplir, les scénarios à élaborer, la simulation, et met en parallèle les avantages et les limites des systèmes utilisés. Le discours de ces concepteurs est plus ancré dans la dynamique/action et l'objectivité.

Les deux domaines contribuent exclusivement à l'axe 1, où ils s'opposent. Une interprétation possible de cette opposition serait que la Réalité Virtuelle, discipline « jeune », est plus attirée par le versant technologique, alors que la Simulation, discipline plus « ancienne », est plus attirée par le versant du concret, de l'application.

L'axe 2 est surtout représentatif de l'opposition entre, d'un côté, les concepteurs des deux spécialités « Informatique et Formation » et de l'autre, l'Ergonomie. Essentiellement, cet axe s'explique par le discours des ergonomes plus centré sur les utilisateurs, la méthodologie, la réalité concrète, la fidélité, les apprenants et ... L'Ergonomie, qui est en position intermédiaire entre l'informatique et la formation.

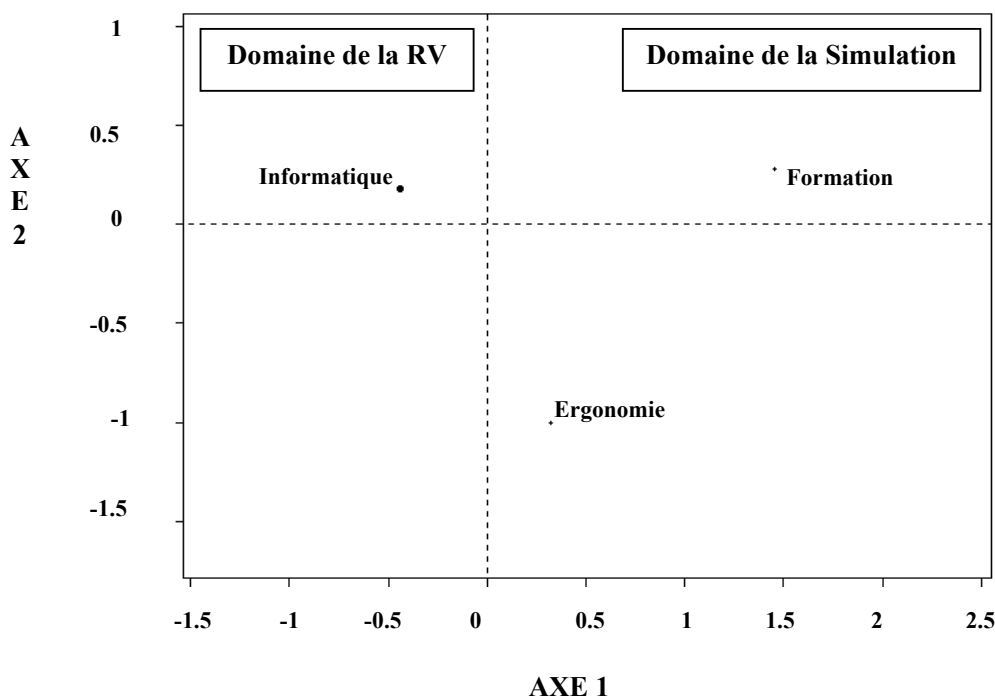


Figure 2 : Nuage dérivé des points moyens selon la fonction occupée, et le domaine de travail

Légende : La taille des marqueurs est proportionnelle au poids des variables qualitatives étudiées.

Notre approche a permis de formaliser quelques spécificités implicites associées à la notion de point de vue, qui la font se distinguer de celle de représentation plus classiquement utilisée en Ergonomie cognitive. D'une manière générale, les résultats de cette étude font apparaître le rôle de chaque acteur dans la conception en relation avec la fonction occupée ou le métier exercé. Dans la littérature, la différence entre simulation et RV est une question récurrente et un débat (certains avancent qu'il n'y a pas de différence, d'autres affirment le contraire). Cette étude a permis de donner des indications pour comprendre les différences de « points de vue » sur cette nouvelle technologie.

D'autre part, l'analyse et la formalisation des points de vue en conception est un outil intéressant à plusieurs niveaux. En premier lieu, ce pourrait être un outil d'aide aux activités réflexives dans les équipes de conception. La formalisation des points de vue permet, en second lieu, d'appréhender les convergences et les divergences entre les acteurs du processus de conception. Par ailleurs, ce type d'analyse peut être appliqué de façon diachronique. L'étude de l'évolution des points de vue dans le temps est un axe pour la meilleure compréhension des représentations et de leur transformation prenant place dans le processus de conception.

5 SECOND EXEMPLE D'APPLICATION : ANALYSE DE DESCRIPTION D'ITINERAIRES

Cette étude fait suite à une analyse « manuelle » effectuée précédemment (Grall, 1999 ; Grall & Visser, 2001). La présente étude cherche à valider les résultats obtenus précédemment, concernant notamment l'utilisation de références toponymiques ou non dans les discours. Plus précisément, il s'agit d'examiner comment des personnes qui ont auparavant planifié un itinéraire pour un déplacement à travers un environnement urbain procèdent pour décrire cet itinéraire à une autre personne qui aura à l'effectuer.

Dans la première phase, dite de planification, on a demandé à des 28 participants de planifier un itinéraire en voiture à travers Saint-Quentin en Yvelines, une « ville moderne » dans les Yvelines (Chalmé, Visser & Denis, 2002). L'itinéraire devait permettre à une personne en voiture d'effectuer 11

tâches au cours d'une journée, entre 10 h et 17 h (heures de départ de la Gare de Trappes, et de retour à ce même endroit) (par ex., aller à un entretien de 30 min au Technocentre Renault à 15 h ; visiter un appartement à Elancourt avant 13 h ; acheter des glaces à Picard-Surgelés). Il y avait deux types de participants, des personnes connaissant bien Saint-Quentin (17 participants) et des personnes sans connaissances de cet environnement (11 participants). Pendant toute la durée de leur planification, les participants disposaient d'une carte de Saint Quentin sur laquelle figuraient, dans une typographie qui les distinguait des autres, les lieux où les tâches étaient à effectuer. Lors de la seconde phase, dite phase de description, on a demandé à 16 des 17 personnes ayant de bonnes connaissances de Saint-Quentin³ de décrire à un interlocuteur fictif l'itinéraire qu'ils venaient de concevoir, de telle façon que leur interlocuteur puisse l'effectuer lui-même. Afin d'éviter des variations liées aux réactions éventuelles d'un interlocuteur réel, on a demandé aux participants de laisser leur description de l'itinéraire sur le répondeur téléphonique d'un ami. Pour examiner la nature de l'effet du modèle de l'interlocuteur sur la description, on a distingué, dans la phase de description, deux groupes d'interlocuteurs. Pour huit participants, cet interlocuteur était censé être un ami ayant de bonnes connaissances de l'environnement à traverser, à savoir Saint-Quentin (les interlocuteurs C), pour les huit autres il s'agissait d'un ami ne connaissant pas du tout Saint Quentin (les interlocuteurs Non-C).

Toutes les descriptions ont été enregistrées au magnétophone, puis retranscrites *verbatim*. Des 16 descriptions, ou « discours » décrivant un itinéraire à suivre, données par 16 participants ou « locuteurs », résultent 16 descriptions ou « textes ».

5.1 Analyse discursive

Pour ce qui concerne la présente recherche, à partir des classifications sémantiques proposées par Tropes sur la base de son analyse effectuée sur l'ensemble des 16 discours produits par les 16 locuteurs, nous avons élaboré un scénario commun d'analyse (c'est-à-dire, l'ensemble des univers de référence des locuteurs qui ont produit les descriptions d'itinéraires). Ce scénario, fondé sur les résultats de l'analyse manuelle de Grall et Visser (2001) est composé de sept univers que nous avons qualifiés d'univers « principaux », car ce sont ceux auxquels les locuteurs font le plus souvent référence, et de trois univers qualifiés de « secondaires », auxquels les locuteurs font moins souvent référence. Les sept univers principaux sont composés de : Lieux des tâches (banque, restaurant, fleuriste, France-Miniatures, théâtre, appartement, etc.), Quartiers (Buc, Buloyer, Voisins-le-Bretonneux, etc.), Repères Routiers Identifiés, c'est à dire désignés par leur nom (Avenue de l'Europe, Route de Dreux, D36, etc.), Orientations Identifiées (direction Guyancourt, direction Châteaufort, etc.), Points de Repère (caserne, agence France Télécom, église, etc.), Repères Routiers Non Identifiés (route, rue, feu, etc.), Orientations Non Identifiées (à droite, à gauche, tout droit, etc.)

Les univers secondaires correspondent à la Durée (10mn, 20mn, etc.), l'Heure du RDV (10h, 11h15, etc.), la Distance (2km, 4km, etc.) Ce scénario, élaboré à partir de l'ensemble des discours (l'ensemble des descriptions), a ensuite été appliqué à chacun des 16 discours. Sur la base du scénario commun, le discours individuel de chaque locuteur a donc été analysé pour examiner les fréquences des univers, puis les fréquences d'occurrences concernant les indicateurs langagiers utilisés. Ceci nous amène à un tableau à 16 lignes (les 16 locuteurs) et 22 colonnes (7 univers principaux, 3 univers secondaires, et 12 catégories d'indicateurs langagiers les plus utilisés par les locuteurs, tels que verbes statifs, déclaratifs, factifs, modalisations de lieu, de temps, de manière, d'affirmation, de négation, d'intensité, connecteurs de temps, de cause, d'addition). Les 7 univers principaux seront déclarés comme variables actives pour l'analyse multidimensionnelle qui suivra, et les univers secondaires, ainsi que les indicateurs langagiers comme variables supplémentaires.

Dans l'étude précédente, où l'objectif était d'accéder à un point de vue, un avis argumenté sur la RV ou la simulation, le style de discours a été utilisé comme une vérification de l'homogénéité des discours, de l'implication des sujets dans leurs évocations. Dans cette étude, le style de discours fait l'objet d'un autre questionnement : on s'attend effectivement à ce que les locuteurs n'utilisent pas le même style, selon s'ils s'adressent à un interlocuteur C ou Non-C. C'est ainsi que deux facteurs structurants ont été ajoutés pour l'analyse des individus : *Connaissance de l'environnement* et *Style de discours*. La *Connaissance de l'environnement* est celle que le destinataire d'une description est censé

³ Pour disposer de deux groupes de taille égale (huit personnes dans chaque groupe), un des participants de la phase de planification qui avait de bonnes connaissances, n'a pas été retenu pour la phase de description.

posséder (différenciant les interlocuteurs C des interlocuteurs Non-C), le *Style de discours* celui qui est utilisé par le locuteur.

5.2 Analyse multidimensionnelle des descriptions d'itinéraires

Pour cette analyse (une ACP), nous avons retenu les trois premiers axes factoriels, qui permettent de rendre compte de 86 % de la variance totale (seuls les deux premiers seront analysés ici, présentant les principales informations). Nous présenterons tout d'abord le nuage des variables actives et supplémentaires (voir figure 3), puis celui des points moyens (voir figure 4) construits à partir des facteurs structurants *Connaissance de l'environnement* et *Style de discours* (moyennes effectuées sur les individus présentant les caractéristiques étudiées). Comme dans l'étude précédente, les variables et les points moyens seront interprétés à l'aide d'indices numériques, fournis par l'ACP.

L'axe 1 (horizontal) indique une opposition entre les univers situés à droite sur le graphique Orientations Non Identifiées (par ex. à droite, tout droit) et Repères Routiers Non Identifiés (par ex. la petite rue, le rond-point), et les univers situés à gauche sur le graphique, correspondant à l'évocation du Lieu des tâches (par ex. l'appartement, la fleuriste) et des différents Quartiers traversés (par ex. Buc, Voisins-le-Bretonneux). Ces dernières informations sont complétées par des indications quant à la *Durée* du trajet (par ex. 10 min, un quart d'heure) et à l'Heure du Rendez-Vous (par ex. à 10 h, vers 15 h 30). On peut constater, par ailleurs, que les locuteurs qui ont tendance à utiliser des références identifiées, les expriment plutôt à l'aide de verbes factifs. L'utilisation de ces verbes qui traduisent des actions contribue à caractériser les styles *descriptif* et *narratif*. Par contre, lorsque des locuteurs évoquent le Lieu des tâches et les Quartiers à traverser, ils le font en s'appuyant sur des verbes statifs et déclaratifs, et des modalisations de manière, de négation, et d'intensité. A l'exception des modalisations de manière, ces indicateurs correspondent plutôt aux styles *argumentatif* et *énonciatif*.

L'axe 2 (vertical) oppose les recours aux Repères Routiers Identifiés aux références aux Points de Repère. Les indicateurs langagiers liés aux Repères Routiers Identifiés sont les modalisations de temps et les connecteurs d'addition. Lorsque les locuteurs ont tendance à évoquer des Points de Repère, ils utilisent plutôt des modalisations d'affirmation.

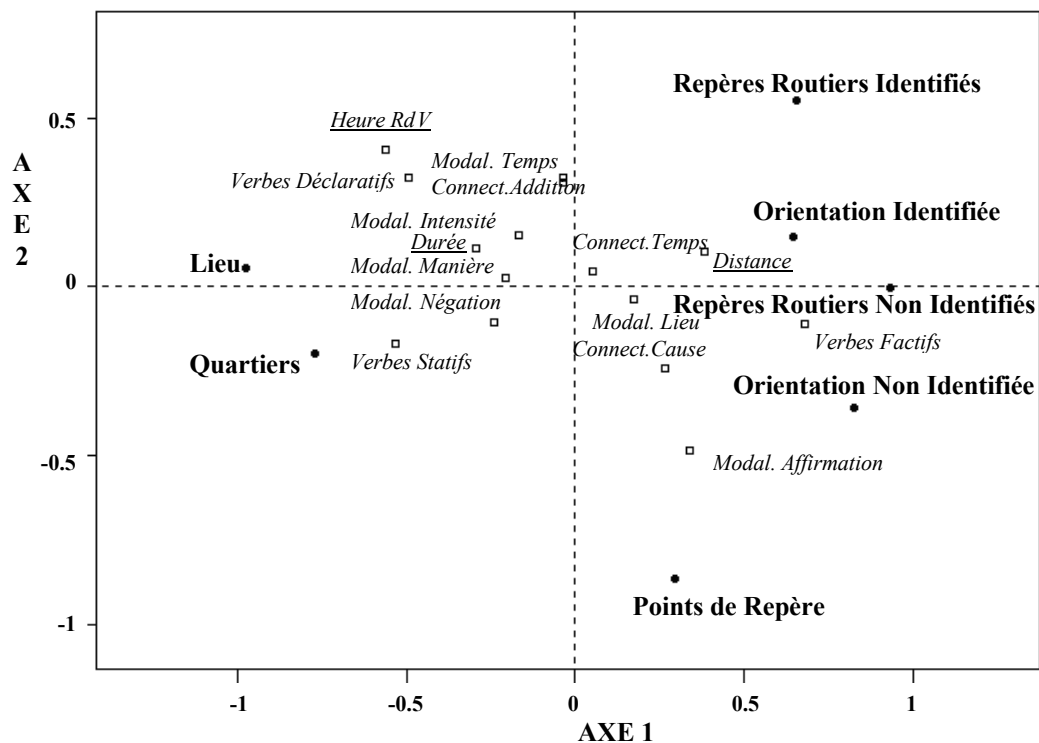


Figure 3 : nuage des variables actives et supplémentaires. Plan 1-2

Légende

- en gras (rond pleins) : univers principaux (variables actives)
- en italiques soulignées : univers secondaires (variables supplémentaires)

- en italiques non soulignées : indicateurs langagiers (variables supplémentaires)

L'analyse de ces variables va nous permettre d'expliquer les comportements des locuteurs (voir figure 4). L'axe 1 (horizontal) oppose les discours adressés à des interlocuteurs ayant une connaissance de l'environnement (à gauche sur le graphique) à ceux qui n'en ont pas (à droite). Par ailleurs, on peut constater que le discours adressé aux interlocuteurs C est plutôt argumentatif ou énonciatif (le seul discours narratif à l'adresse d'un interlocuteur C a une contribution négligeable), et que celui s'adressant aux interlocuteurs Non-C est plutôt narratif.

L'axe 2 (vertical) reprend l'opposition constatée sur le premier axe. Il oppose ainsi essentiellement le discours argumentatif adressé à des Interlocuteurs C (en haut, à droite) au discours narratif à l'adresse de Interlocuteurs Non-C (en bas, à droite).

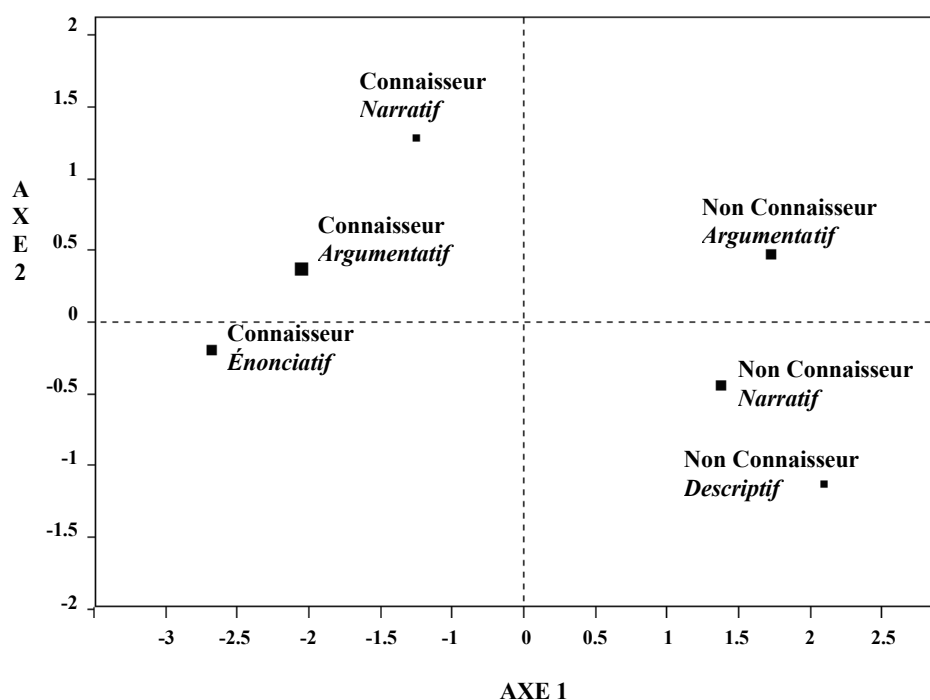


Figure 4 : nuage des points moyens constitués selon les facteurs Connaissance de l'environnement et Style de discours. Plan 1-2

Légende : la taille des marqueurs est proportionnelle à l'effectif observé (par ex. le marqueur le plus gros représente un effectif de quatre locuteurs adressant à des interlocuteurs C un discours de style argumentatif).

Ainsi, quand on s'adresse à des personnes qui ont une bonne connaissance de l'environnement qu'elles auront à traverser (des Interlocuteurs C), on utilise plutôt des références aux lieux où elles doivent se rendre pour effectuer leurs différentes tâches, et aux quartiers ou villages de la région⁴. Les descriptions qui font référence aux quartiers ou villages s'appuient parfois sur des orientations désignées par leur nom. Les repères routiers désignés par leur nom sont utilisés également pour orienter des Interlocuteurs C. Par ailleurs, le locuteur s'implique dans son discours, en cherchant à convaincre ses interlocuteurs de son choix d'itinéraire. Par contre, lorsqu'un locuteur s'adresse à des personnes n'ayant aucune connaissance de l'environnement à traverser (des Interlocuteurs Non-C), son discours prend davantage appui sur des références non identifiées (orientations et repères routiers). Les points de repère sont utilisés également pour guider des Interlocuteurs Non-C. Le locuteur ne cherche pas spécialement à convaincre ses interlocuteurs ; il procède plutôt de façon narrative/descriptive.

⁴ Même si les références aux quartiers sont très dispersées dans les descriptions, elles ont tendance à être utilisées plutôt à l'adresse des interlocuteurs C.

Ces résultats corroborent l'hypothèse qui a été formulée sur la base de l'observation faite par Grall et Visser (2001), et viennent également affiner cette observation, en identifiant des types de repère variés faisant l'objet de deux modes de désignation. Désigner un repère par son nom est en général une façon plus « économique » (en nombre de paroles) que de procéder à une description du repère. Ce mode de désignation vient s'ajouter donc aux procédés dont Grall et Visser avaient noté qu'ils contribuent à rendre plus concises les descriptions pour les Interlocuteurs C.

6 CONCLUSION

A l'aide de l'utilisation conjointe de l'analyse discursive et de l'analyse géométrique des données, nous avons pu mettre en évidence, dans le cadre de l'étude des processus de conception, que la notion de point de vue traduit bien les représentations de sujets ayant des expertises dans des domaines différents. Les résultats obtenus sont cohérents avec l'usage de la notion de point de vue qui renvoie à une hétérogénéité et à une multitude de facteurs comme cela a été montré aussi par Reuzeau (2001) et Cahour (2001) dans des contextes différents. Par rapport au domaine de la conception, ces résultats montrent non pas qu'il y a opposition entre ces points de vue, mais qu'ils sont complémentaires et qu'ils devraient être représentés dans les différents projets.

Pour ce qui concerne l'étude sur la description d'itinéraires, l'un des apports originaux a été de montrer que des locuteurs s'adaptent à leurs interlocuteurs, et d'identifier plusieurs modalités permettant une telle adaptation en fonction des connaissances du destinataire ; ce qui confirme et affine les résultats de Grall et Visser (2001).

Un des intérêts de ce type d'analyse est de pouvoir l'étendre à des corpus importants, dont le traitement manuel serait long et fastidieux (par exemple, dans la présente étude, le discours des concepteurs représente un peu plus de 10 000 lignes). L'autre intérêt est que l'analyste constitue l'interprétation, à partir de *l'ensemble* des discours de tous les acteurs, selon une approche automatique discursive et statistique, qui relativise les risques d'erreurs. Enfin, dans une optique d'études longitudinales, le même scénario d'analyse peut être appliqué à de nouveaux discours, à des fins de comparaison. D'une manière générale, l'utilisation conjointe des méthodes d'analyse de discours et d'analyse géométrique des données permet d'étudier les verbalisations de manière satisfaisante ; néanmoins, d'autres études de validation sont probablement nécessaires pour en rendre l'utilisation encore plus fiable.

7 BIBLIOGRAPHIE

- Bardin, L. (1991). *L'analyse de contenu*. Paris : PUF, coll. Le psychologue. (1ère édition : 1977).
- Benzécri, J.P (1992). *Correspondence analysis handbook* (J.P. Benzécri, Trans.). New-York : Dekker. (Original Work published 1980).
- Benveniste, E. (1974). *Problèmes de linguistique générale* (Tomes 1 et 2). Paris : Gallimard.
- Burkhardt, J.-M., & Wolff, M. (2002). *Réalité virtuelle et nouvelles technologies en formation : vers une formalisation des critères de choix et de la démarche centrée sur l'apprentissage* (Rapport final, convention SNCF/LEI). Paris : Université René Descartes, Paris 5, Laboratoire d'Ergonomie Informatique.
- Burkhardt, J.-M., Bardy, B. & Lourdeaux, D. (2003, à paraître). Les notions d'immersion, de réalisme et de présence dans la conception et l'évaluation d'Environnements Virtuels. *Psychologie Française*.
- Cahour, B. (2001). Décalage socio-cognitifs en réunions de conception industrielle. In F. Darses (Ed), *10^{ème} atelier du Travail Humain* (pp 55-72). Rocquencourt : INRIA.
- Chalmé, S., Visser, W., & Denis, M. (2000). *Cognitive aspects of urban route planning*. Paper presented at the *Proceedings of ICTTP 2000, International Conference in Trafic and Transport Psychology*. Berne, Switzerland, sept.
- Charadeau, P. (1992). *Grammaire du sens et de l'expression*. Paris : Hachette.
- François, J. (1986). *Changement, causation, action. Trois catégories fondamentales de la description sémantique du lexique verbal*. Genève : Droz.
- Ghiglione, R., Landré, A., Bromberg, M., & Molette, P. (1998). *Analyse automatique des contenus*. Paris : Dunod.

-
- Grall, M. (1999). *La planification d'itinéraires : aspects cognitifs de leur description*. Mémoire de DEA, Université de Paris XI-Orsay.
- Grall, M., & Visser, W. (2001). *Description d'itinéraires : effets du modèle de l'interlocuteur. Détailler les moyens ou se restreindre au but à atteindre*. Communication présentée à *Epique 2001, journées d'étude en Psychologie ergonomique*. Nantes, France, oct.
- Kintsch, W. (1988). The role of knowledge in discourse comprehension : a construction-integration model. *Psychological Review*, 95, 163-182.
- Kintsch, W., & Van Dijk, T.A. (1978). Toward a model of text comprehension and production. *Psychological Review*, 85, 363-394.
- Reuzeau, F. (2001) Finding the best users : a rational approach. *Le Travail Humain*, 64(3), 223-245
- Rouanet, H., & Le Roux, B. (1993). *L'analyse des données multidimensionnelles*. Paris : Dunod.
- Salès-Wuillemin, E., & Gilibert, D. (2001). Les biais d'attribution dans la représentation des maghrébins : l'observation d'une discrimination implicite "privative". *Actes du VIIIe congrès de l'Association pour la Recherche Interculturelle (ARIC)*. Genève, Switzerland, sept.
- Van Dijk, T.A., & Kintsch, W. (1983). *Strategies of discourse comprehension*. New-York : Academic Press.
- Wolff, M. (2003). Apports de l'analyse géométrique des données pour l'analyse de l'activité. In J.C. Sperandio & M. Wolff (Eds.), *Formalismes de modélisation pour l'analyse du travail et l'ergonomie* (pp.195-227). Paris : PUF, coll. Le Travail Humain.
- Wolff, M., & Després, S. (2003). Raisonement à partir de cas : modélisation et formalisation de l'activité cognitive des accidents. In J.C. Sperandio & M. Wolff (Eds.), *Formalismes de modélisation pour l'analyse du travail et l'ergonomie* (pp. 171-194). Paris : PUF, coll. Le Travail Humain.
- Wolff, M., & Sperandio, J.C. (2000). Analyse multidimensionnelle d'entretiens individuels pour l'étude d'un retour d'expérience. In B. Mélier, & Y. Quiénnec (Eds.), *XXXV^e congrès de la SELF : Communication et travail* (pp. 2-8). Toulouse : Octarès.
- Wolff, M., & Sperandio, J.C. (2001). Analyse de contenus en ergonomie : contributions des logiciels APD et Tropes. In J.L. Beauvois (Ed.), *Rodolphe Ghiglione : un parcours théorique et son impact* (pp. 101-105). Grenoble : PUG.
- Wolff, M., Rouanet, H., & Grosgeorge, B. (1998). Analyse d'une expertise professionnelle : l'évaluation des jeunes talents au basket-ball de haut niveau. *Le Travail Humain*, 61, 3, 281-303.

Session 2
Stratégies et performances

Étude exploratoire des interactions d'aide entre le formateur et des élèves seniors dans une formation à l'outil informatique

Claire Debeugny

Laboratoire d'Ergonomie Informatique,
Université Paris 5 René Descartes, 45 rue des Saints-Pères, 75006 Paris
claire_debeugny@yahoo.fr

Jean-Marie Burkhardt

INRIA-EIFFEL & Laboratoire d'Ergonomie Informatique,
Université Paris 5 René Descartes, 45 rue des Saints-Pères, 75006 Paris
jean-marie.burkhardt@ergo-info.univ-paris5.fr

RESUME

Ce travail porte sur les interactions d'aide entre un formateur et des apprenants de plus de soixante ans dans le cadre d'une formation à l'outil informatique. L'analyse a porté sur l'enregistrement de trois séances extraites parmi les 10 séances d'une formation réelle organisée dans une commune pour le public senior. Les résultats montrent qu'au cours de la formation les formés sont de plus en plus initiateurs de l'intervention d'aide. Ils passent de demandes concrètes et ponctuelles à des demandes de procédures plus complexes en lien avec la tâche ou un objectif qui leur est personnel. Les demandes d'évaluation des formés sont aussi de plus en plus ciblées. Les interventions portent tout d'abord sur l'utilisation du matériel et sur la tâche demandée par le formateur pour ensuite plutôt porter sur l'activité envisagée par le formé. Les stratégies d'aide (encourager, expliquer, manipuler, faire manipuler, prescrire, montrer, questionner) diffèrent selon l'objet de l'intervention, mais également en fonction de l'avancée dans la formation.

MOTS-CLES

Formation, personnes âgées, outil informatique, interactions formateur/formés, interactions d'aide.

1 INTRODUCTION

La population des seniors est de plus en plus exposée aux Technologies de l'Information et de la Communication, par choix dans leurs loisirs, ou plus pragmatiquement, du fait de la généralisation des Technologies de l'Information et de la Communication dans l'environnement quotidien. Pour mieux cerner la spécificité et les sources de difficultés éventuelles qui en découlent, plusieurs programmes et actions de recherches ont été développés, notamment en psychologie ergonomique. Il ressort des travaux un point de vue assez contrasté. D'un côté, l'idée d'une « exclusion technologique » des personnes âgées est avancée lorsque l'on évoque l'utilisation des nouvelles technologies. Des études mettent l'accent sur l'effet combiné du déclin de certaines capacités liées à l'âge (en particulier l'apprentissage), de la motivation, et les caractéristiques inadéquates des objets techniques (Sperandio, de la Garza, Michel, Specht & Uzan, 1998). D'un autre côté, il existe aussi au sein de la population âgée des personnes utilisant l'outil informatique, ou encore très motivées pour apprendre à l'utiliser (de la Garza & Burkhardt, 2001 ; à paraître). Pour l'ergonome, il est intéressant de comprendre comment s'effectue l'apprentissage de l'utilisation de la micro-informatique par cette population des plus de 60 ans dans les situations « naturelles » de formation. L'étude présentée dans cet article vise à donner un premier éclairage exploratoire sur les interactions d'aide entre le formateur et les seniors au cours d'une formation réelle à la micro-informatique.

Dans un premier temps, nous délimitons la problématique de notre recherche en nous fondant sur des travaux antérieurs concernant l'apprentissage et l'ergonomie des situations de formation. Nous présentons ensuite la méthodologie, puis les résultats concernant les interactions d'aide. Dans la dernière partie, nous discutons les résultats et les mettons en perspective.

2 CADRE THEORIQUE ET PROBLEMATIQUE DE L'ETUDE

Cette étude porte sur une situation réelle de formation, en groupe, à l'utilisation de l'outil informatique, pour des personnes de plus de 60 ans. L'analyse a porté en particulier sur les interactions d'aide entre le formateur et les élèves au cours de l'avancée dans la formation.

2.1 L'apprentissage des N.T.I.C. chez les personnes âgées

Les facteurs individuels influençant l'utilisation et l'apprentissage des nouvelles technologies par les personnes âgées sont relativement connus, bien que l'importance de leur effet respectif soit mal cernée. On sait par exemple que le temps nécessaire à l'acquisition des connaissances s'accroît en moyenne avec l'âge, le temps nécessaire pour traiter l'information augmentant et certaines capacités cognitives diminuant (Larsson, Nyberg, Bäckman & Nilsson, 2003). Une autre interprétation est que l'apprentissage est ralenti à cause d'un travail de restructuration des connaissances des sujets. Les difficultés rencontrées par des sujets âgés dans l'apprentissage de l'outil informatique peuvent être aussi expliquées par le fait que ceux-ci sont peu familiarisés avec cet outil (Marquié, 1989). Pour ces auteurs, les difficultés sont moins le fait du déclin cognitif des personnes vieillissantes, que d'un effet de génération, l'utilisation de l'outil informatique étant négativement corrélée avec l'âge (Marquié, 1995). Dans une situation quasi-expérimentale de tutorat pour l'apprentissage d'Internet avec des personnes âgées, De la Garza & Burkhardt (2001) ont montré récemment que l'expérience individuelle préalable dans la micro-informatique explique la majeure partie de la variance, par comparaison avec l'âge qui se révèle avoir un effet plus mineur. Ces auteurs montrent aussi que d'autres facteurs entrent en jeu : si l'outil informatique correspond à un besoin réel, l'utilisateur développera des stratégies d'adaptation à cet outil malgré les nombreuses difficultés rencontrées dans l'apprentissage et son utilisation. La motivation et l'expérience pourraient ainsi, d'une certaine façon, limiter les effets du vieillissement. Enfin, il ne faut probablement pas sous-estimer l'influence du contexte social en termes d'accompagnement, d'assistance et de source de motivation pour l'utilisation et l'apprentissage de ces nouvelles technologies. Or les études combinant les effets de l'âge et de l'apprentissage utilisent généralement des paradigmes d'apprentissage individuel, en laboratoire, alors que paradoxalement cette situation d'apprentissage individuelle paraît peu représentative des situations de la vie courante où semblent prendre place de tels apprentissages : assistance des proches, clubs informatique du « troisième âge », ateliers ouverts aux seniors, etc.

2.2 Les interactions et les stratégies s'inscrivant dans le cadre d'une relation formateur/formé

La pédagogie comme la psychologie insistent sur l'importance des interactions entre les membres du groupe pour la conduite des apprentissages. Beaucoup de travaux ont, par exemple, porté sur l'influence des relations entre paires sur l'apprentissage, la pédagogie privilégiant quant à elle les interactions entre les formateurs et les élèves. L'analyse de l'activité du formateur –notamment ses interactions avec les stagiaires – est souvent restreinte à son aspect d'instrumentalisation pour faciliter l'apprentissage. En ergonomie, peu de recherches publiées portent sur une analyse fine des interactions formateur-apprenant dans les situations de formation en groupe et, en particulier, aucune avec une population de retraités motivés par l'apprentissage et l'utilisation de l'informatique (mais voir de la Garza & Burkhardt, 2001 ; 2003). Les études se focalisent plutôt sur l'activité des apprenants en lien avec l'acquisition de compétences professionnelles, voire analysent les interventions du formateur en tant que révélateur des difficultés de compréhension chez l'apprenant (Wagemann, 1998) ou des connaissances opératives de l'expert (Plat, 2001). Quelques travaux récents visent à comprendre d'autres déterminants ou facettes de l'activité des formateurs (Chi, Siler, Jeong, Yamauchi & Haussman, 2001) ou ciblent l'influence de nouvelles technologies sur cette activité (Fréjus, 1998 ; Falzon & Pasqueletti, 2000). Ces études ont porté sur des contextes, des publics et des objectifs de formation assez différents. Ainsi, Fréjus (1998) étudie une situation de formation présentielle et en groupe à EDF. Plat (2001) analyse les interventions du formateur lors d'un passage d'équipage sur simulateur de vol. Falzon (Falzon, 89 ; Falzon & Pasqualetti, 2000) ainsi que Capobianco & Carbonell (2000) étudient quant à eux différentes situations médiatisées de dialogues d'assistance. Des éléments nous semblent pouvoir néanmoins être retenus de ces études.

Diverses stratégies ont été décrites. En présentiel, Fréjus (1998) observe trois types d'actions engendrant des interactions impliquant le formateur et les élèves : a) le formateur « fait expliquer » par l'élève, b) le formateur explique et c) l'élève pose une question ou un problème auxquels le formateur répond. Capobianco et Carbonell (2000) ont étudié quant à eux un corpus de quatre dialogues d'aide en ligne entre un expert humain et un utilisateur novice. Ils proposent une typologie des interactions d'aide entre des novices et des experts d'un logiciel. Leurs résultats montrent que globalement, quel que soit l'initiateur de l'aide, les instructions représentent 50% du contenu informationnel des interventions de l'expert. L'évaluation représente 30%, l'orientation et l'aide 10%, et l'apport d'information 10%. Les instructions délivrées répondent souvent à des demandes de procédure, de la part du novice, pour réaliser une tâche. Lorsque l'expert est initiateur de l'intervention c'est le plus souvent pour prévenir (40%) ou corriger (40%) les erreurs du novice. Lorsqu'une erreur est commise, l'expert attire l'attention du novice sur son origine (15%), puis il peut proposer des corrections ou répéter les instructions (5%) afin que le novice réalise ses objectifs. L'expert utilise des stratégies d'orientation et d'aide surtout pour assister le novice dans la planification de sa tâche (mise en avant des buts et intentions du novice ainsi que la tâche globale en cours). Les interventions visant à un apport d'information pure portent surtout sur le fonctionnement du système. Plat (2001) distingue trois objectifs didactiques principaux dans les interventions d'un formateur auprès de l'équipage en formation sur simulateur : a) l'objectif opératif, orienté vers la performance, l'action et l'utilisation du système ; b) l'objectif épistémique, visant à améliorer la compréhension du système ; c) la composante de communication et de coopération humaine à l'intérieur de l'équipage. La proportion d'interventions à visée opérative est majoritaire en début de formation (54%). Elle diminue en fin de formation (44%) au profit des interventions à visée systémique (48% soit un gain de 7%) et de coopération (8% soit un gain de 3%).

Les études suggèrent aussi que les interactions formateur/formé ont plusieurs fonctions non exclusives l'une de l'autre :

- elles favoriseraient l'acquisition des connaissances chez les apprenants (Frejus, 1998). Le tuteur a en effet pour objectif (Falzon & Cahour, 1991, cités par Falzon, 1994) « d'aider l'élève à trouver la solution, en lui fournissant les connaissances nécessaires à la résolution, en corrigeant d'éventuelles croyances erronées, et en orientant son processus de résolution. »
- outre l'apport en termes d'assistance, elles fournissent les indices nécessaires à l'évaluation des connaissances acquises par ces derniers (Frejus, 1998). Au cours d'un dialogue pédagogique, le formateur doit en effet « élaborer un modèle des compétences de l'élève et agir sur celles-ci. » (Falzon, 1994, p 305).
- elles contribuent à structurer le cheminement particulier du discours pédagogique, en relation avec des facteurs tels que la visibilité du contexte par le formateur (Falzon & Pasqualetti, 2000), les caractéristiques des outils et des ressources pédagogiques utilisées (Frejus, 1998 ; Capobianco et Carbonell, 2000), et le comportement des apprenants.

La nature du contenu informationnel apporté par le tuteur ne se restreindrait pas à fournir la seule solution immédiate du problème ou à la seule réponse à la question posée. Falzon & Pasqualetti (2000) analysent les échanges verbaux du tuteur avec les formés, en fonction de sa perception du contexte (ce qui est visible à l'écran) dans une tâche de mise en forme d'un document sur un logiciel de traitement de texte. Ces auteurs s'intéressent en particulier à l'apprentissage opportuniste, que ces auteurs définissent comme « les apports d'information qui vont au-delà du besoin immédiat des opérateurs » (p 124). Ils montrent que l'apprentissage opportuniste est plus « riche » lorsque le formateur et le formé sont ensemble ou lorsque le formateur peut au moins visualiser l'écran sur lequel travaille le formé. A l'inverse, les auteurs constatent une tendance moindre à fournir des informations supplémentaires, dans la condition où le formé et le formateur communiquent à distance, ce dernier ne voyant ni l'écran ni l'activité du formé.

La stratégie de présentation du contenu informationnel apporté par le tuteur semble avoir un rôle dans l'efficacité de l'apprentissage, et dépendrait en partie de l'objet de l'intervention. Capobianco et Carbonell (2000) observent que le découpage de la présentation des procédures en actions simples que le novice exécute petit à petit semble être efficace pour l'acquisition de savoir-faire chez les novices. Une autre stratégie du tuteur dans les réponses à une requête, est de mettre explicitement en rapport

l'intention exprimée par le novice avec les actions qu'il prescrit de réaliser sur le logiciel. Cette stratégie des experts faciliterait aussi la compréhension du « message d'aide » par le novice.

2.3 Objectif et hypothèses exploratoires

L'objectif de l'étude est d'explorer la nature (contenu, objet) et certains aspects de la dynamique des interventions d'aide dans le cadre d'une situation de formation en groupe pour des personnes âgées portant sur l'utilisation de l'ordinateur. Nous faisons quatre hypothèses exploratoires :

1 – L'initiative des interventions d'aide (seniors vs formateur) évolue avec l'avancée dans la formation.

2 – La nature des demandes d'aide des seniors varie avec l'avancée dans la formation : en début de formation, elles portent plutôt sur des aspects élémentaires et saillants de l'interface. En fin de formation, elles vont plutôt porter sur les « procédures » à mettre en œuvre pour réaliser une tâche (De la Garza & Burkhardt, 2001). En outre, les questions posées par les formés deviennent plus précises, ce qui pourra être mesuré par le degré d'ouverture des questions (les questions supposent plutôt des réponses oui/non en fin de formation).

3 – Le contenu informationnel sur lequel portent les interventions d'aide du formateur évolue avec l'apprentissage des formés. Cette évolution ira dans le sens de pratiques plus guidées (tâches dictées par le formateur dans le cadre de la formation) vers d'autres plus autonomes (les formés cherchent à réaliser des tâches ou des objectifs plus « personnels »). Les questions posées par les formés (la nature de la demande d'aide) auront une influence sur l'objet de l'intervention d'aide.

4 – La littérature décrit plusieurs formes d'intervention d'aide du formateur (stratégies d'aide). Outre qu'il est possible que ces stratégies varient avec le temps, nous nous sommes intéressés à formaliser celles qui apparaissent dans cette situation de formation pour des seniors. Les travaux précédents soulignent enfin que les formateurs adaptent leurs interventions en fonction de l'évolution des compétences des apprenants. Nous approcherons cet aspect à travers l'analyse des relations entre la nature des demandes d'aides exprimées, le contenu informationnel des interventions et les stratégies d'aide.

3 METHODOLOGIE

La méthode choisie est l'observation instrumentée (enregistrement vidéo) de sessions réelles de formation à la micro-informatique de loisir, après présentation de l'étude et accord du formateur et des seniors participants. En plus d'un questionnaire, une analyse des protocoles (Ericson & Simon, 1993) a été appliquée sur le corpus des interactions formateur/formés recueilli.

3.1 Caractéristiques des seniors et du formateur

Les apprenants sont dix seniors (7 femmes et 3 hommes) inscrits volontairement à la formation dans le cadre du club du troisième âge d'une commune de l'Essonne (âge moyen = 67 ans). La tranche d'âge la plus représentée est 60-69 ans. Deux personnes ont plus de 70 ans (73 et 80 ans). Cinq participants ont évoqué l'objectif d'apprendre l'utilisation de l'outil informatique en général (envie d'apprendre, de se familiariser) et trois mentionnent l'acquisition de connaissances plus spécifiques (fonctionnement d'un logiciel de photo, visite de sites Internet). Leurs professions d'origine étaient variées : ouvrier, employées, profession libérale, ingénieurs. Il y a 7 « vrais » novices, c'est-à-dire complètement nouveaux dans le domaine de l'utilisation de l'outil informatique et 3 personnes déjà « familiarisées » avec la micro-informatique par le fait de posséder un ordinateur, et/ou par le fait d'avoir déjà effectué une formation (une personne possède un ordinateur, une personne possède un ordinateur et a eu accès à une formation professionnelle à l'informatique, une personne a suivi aussi une formation à la bureautique mais ne possède pas actuellement d'ordinateur à son domicile). L'ensemble des informations est résumé dans le tableau 1.

Le formateur, ancien employé d'IBM, est âgé de 55 ans. En pré-retraite, il réalise bénévolement la formation pour les seniors au sein de sa commune.

Age	60-69 ans	73-80 ans	Total
Familiarité			
Familiarisé	2 F	1F	3F
Non fam	4F, 2H	1H	4F, 3H
Total	6F, 2H	1F, 1H	

Tableau 1: distribution des séniors selon l'âge, le sexe et le degré de familiarité à l'outil informatique (F:femme(s), H:homme(s))

3.2 Configuration physique de la situation de formation

La salle est rectangulaire. Les postes des élèves se situent dos aux murs autour de la salle. Le formateur n'a pas de poste, il passe d'un poste élève à l'autre pour faire son cours. Durant la formation, les apprenants sont en binôme ou en individuel par poste.

3.3 Matériel

L'enregistrement des sessions a été réalisé au moyen d'une caméra numérique positionnée de façon à embrasser la salle de formation. Une grille d'annotation représentant la salle et les postes apprenants a été utilisée en appoint de façon à noter les déplacements du formateur et à compléter l'information enregistrée.

Trois questionnaires ont été utilisés successivement lors des séances afin de recueillir les données biographiques (âge, sexe, profession antérieure, etc.) ainsi que des informations concernant l'usage initial de la micro-informatique (questionnaire 1), l'utilisation ou l'entraînement entre les sessions de formation (questionnaire 2 et 3), ainsi que leur motivation à s'engager dans une nouvelle formation (questionnaire 3).

3.4 Déroulement, choix et descriptif succinct des sessions observées

Nous avons choisi d'enregistrer trois séances à trois instants différents du processus de formation : en début, en milieu et en fin de formation. La formation comprenait au total dix séances d'un après-midi chacune (14 - 17h30), correspondant à une progression pédagogique partant des éléments de bases de l'utilisation d'un micro-ordinateur pour aborder ensuite les principaux logiciels grands publics (traitement de texte, tableur graphique, navigateur Internet, musique et photographie numérique). Elle s'est déroulée entre janvier et avril 2002 dans les locaux municipaux.

Le premier enregistrement vidéo a été effectué durant la deuxième séance (17 janvier). Les apprenants étaient au nombre de huit. Son contenu portait sur l'utilisation des périphériques (clavier, souris), la gestion des fichiers à partir du bureau et la sauvegarde de fichier sur disquettes. Nous avons enregistré une séance de milieu de formation (séance 6) le jeudi 14 février. Six seniors étaient présents. Cette séance a porté sur les modes d'affichages et le déplacement dans un texte. La dernière séance enregistrée était la dixième (28 mars). Les dix participants étaient présents. Elle a porté sur la mise en page de documents et les fonctions avancées d'édition de texte (insertion d'objets, publipostage, création de tableaux, etc.).

3.5 Données recueillies

Les données recueillies sont de deux ordres : les données issues des 3 questionnaires et celles issues de l'observation des comportements. Les comportements ont été observés et retranscrits à partir des notes sur le terrain et de l'enregistrement vidéo. La durée varie de 3h20 pour la séance de début, 3h15 pour la séance de milieu et 3h pour la séance de fin, soit une durée d'enregistrement de 9 h 35.

3.6 Grille d'analyse du protocole des interactions d'aide

3.6.1 Délimitation des unités codées dans le protocole

Toutes les interactions ne sont pas codées, seules celles impliquant une demande d'aide de la part du formé et/ou une intervention d'aide de la part du formateur sont prises en compte. Une « intervention d'aide » est définie à partir des deux critères sur le plan du contenu de l'interaction formé/formateur :

- le formateur s'adresse explicitement au formé (ou le cas échéant à la dyade constituée des deux formés installés autour d'un ordinateur).
- l'intervention porte sur l'apprentissage de l'utilisation de l'outil informatique.

L'intervention d'aide commence à l'initiative du formateur ou du formé (il y a alors eu une demande d'aide préalable). Elle se termine quand le formateur clôt l'interaction avec le formé pour s'engager dans une autre activité.

Notre grille d'analyse du protocole des interactions d'aide s'inspire en partie de la taxonomie de Capobianco & Carbonell (2000). Les modifications apportées concernent principalement les stratégies d'aide du formateur ainsi que les objets sur lesquels portent les interventions. Nous présentons les catégories à la suite.

3.6.2 Initiative à l'origine de l'intervention d'aide

L'intervention d'aide peut être consécutive à la verbalisation initiale du formé ou du formateur. Lorsque le formé est à l'initiative de l'intervention d'aide il fait « une demande d'aide ».

3.6.3 Codage de la nature des demandes d'aides des seniors

Sur la base de l'ensemble des demandes d'aide recueillies, nous avons défini 4 catégories de requêtes. Le code, le nom, la définition et un exemple sont présentés à la suite (Tableau 2). Nous avons également codé le **degré d'ouverture** de la question (ouverte vs fermée). La demande d'aide de type fermé correspondait à une question dont la forme suggère une réponse de type oui/non de la part du formateur. Par exemple, suite à une consigne donnée, l'apprenant demande confirmation au formateur : « On commence par fermer là ? ».

CODE	Catégorie	Définition	exemple
CAUS	Demande d'explication causale	Le formé demande une explication sur la causalité d'un événement ou d'un état particulier du système informatique	le formé a tapé la lettre « p » puis a sans faire attention appuyé sur la barre de défilement. Il demande alors : « pourquoi le « p » il est plus là ? »
ASL	Demande d'action simple, isolée ou de localisation	Le formé demande au formateur ce qu'il doit faire ou bien où se trouve tel ou tel élément sur l'interface (écran, clavier). La demande d'information porte généralement sur l'action à réaliser dans le cadre de l'enseignement.	Le formé questionne « c'est où shift, je (ne) me rappelle plus ? » après que le formateur ait demandé aux formés d'utiliser la touche shift pour faire la majuscule.
PROC	Demande d'une procédure pour atteindre un objectif	Le formé a compris la consigne et demande des informations pour pouvoir réaliser la tâche	Le formé a fini de rédiger son document avec le logiciel de traitement de texte et demande « Comment on fait pour enregistrer ? »
EVA	Demande d'évaluation	Le formé demande au formateur de valider ou non ses actions ou sa compréhension du fonctionnement de l'outil informatique	Le formé questionne « Je mets « Echap » pour tout refaire ? » après que le formateur ait conseillé de faire « Echap » à un autre formé qui avait fait une erreur

Tableau 2 : Codage des 4 catégories de demandes d'aide des seniors au formateur

3.6.4 Codage des interventions d'aide du formateur : objet de l'intervention et stratégies d'aide

Deux aspects des interventions d'aide sont codés. Le premier concerne les **catégories d'objets** sur lesquelles porte l'intervention du formateur. Cinq objets sont distingués du point de vue informationnel :

- *l'utilisation du matériel* (souris, clavier par exemple). Le formateur intervient pour aider le formé à manipuler correctement la souris par exemple.
- *l'utilisation du logiciel*. Cette catégorie, par opposition au matériel, regroupe les contenus de verbalisations relatifs à l'utilisation du système d'exploitation Windows ainsi que des logiciels Word, Excel,... Les interventions au sujet de l'utilisation du logiciel sont indépendantes des consignes données par le formateur.
- *la tâche demandée par le formateur*. Cette catégorie regroupe tout ce qui est lié aux consignes. Elle est en rapport direct avec la formation à l'utilisation de l'outil informatique, le formateur aide à la réalisation de la tâche qu'il avait demandé aux formés d'effectuer.
- *l'action (ou l'activité) du formé sur l'interface*. Ce sont des interventions du formateur qui répondent à un besoin anticipé par le formé, celui-ci prend de l'autonomie, il a ses objectifs propres et ses questions ne sont pas en rapport direct avec la formation.
- *les effets de l'action du novice*. Bien souvent, les actions du formé sont des erreurs.

Le second aspect concerne les **stratégies d'aide** adoptées par le formateur. Soulignons que, contrairement aux autres catégories du codage, plusieurs stratégies d'aide peuvent coexister dans une même intervention d'aide. Sept stratégies sont relevées :

- *L'encouragement* correspond à l'incitation verbale des formés à persévérer dans leur activité ; par exemple « allez-y, courage » lorsque le formé effectue la tâche.
- *L'explication* est un apport d'information générale, s'adressant au formé ou à la « dyade » si les personnes sont deux par ordinateur. Par exemple, le formateur explique au formé de quelle manière sont stockées les données informatiques.
- La *manipulation* de l'outil informatique (souris, clavier, unité centrale, ...) par le formateur. On observe cette manipulation par exemple lorsque le formateur redémarre l'ordinateur après qu'une erreur ait été effectuée par le formé.
- Le fait de *faire manipuler* au formé une action en vue de l'apprentissage. Dans cette stratégie le formateur demande au formé d'effectuer la manipulation sur l'interface.
- Le fait de *questionner* le formé pour le faire réfléchir sur l'action appropriée à effectuer ou bien sur l'action qui vient d'être réalisée, par exemple « A votre avis comment doit-on s'y prendre ? ».
- Le fait de *prescrire* ou de dire directement ce qu'il doit faire au formé pour qu'il puisse réaliser la tâche demandée. C'est une explication très directive, par exemple lorsque le formé demande au formateur ce qu'il doit faire, ce dernier répond : « vous cliquez sur le bouton démarrer ».
- Le fait de *montrer* ou de demander au formé de regarder l'écran, le clavier ou tout autre élément constituant l'objet de la formation. Par exemple, pour illustrer son explication le formateur va dire au formé : « si je clique ici, regardez ce qui se passe ».

4 RESULTATS

Cette partie présente les résultats de l'analyse des données issues des catégories de la grille d'observation de la formation ainsi que certains de leurs croisements. Pour alléger la lecture, les tableaux d'effectifs ne sont pas donnés ; voir Debeugny (2002) pour les données complètes.

4.1 L'initiative à origine de l'intervention d'aide (hypothèse 1)

Nous avons fait l'hypothèse que les interventions d'aide seraient plus à l'initiative du formateur en début de formation et plus à l'initiative du formé en fin de formation. Les taux de liaison¹ (TDL) montrent que les interventions à l'initiative du formateur ont lieu essentiellement en début et en milieu de formation alors que les demandes d'aide (à l'initiative du formé) sont plus fréquentes lors de la séance de fin de formation. Néanmoins, l'analyse de la distribution des interventions au fil des séances montre une liaison faible entre le moment de la formation et l'initiateur de l'aide ($V^2 < 0.04$)².

4.2 La nature des demandes d'aide (hypothèse 2)

4.2.1 Évolution de la nature des demandes d'aide au cours de la formation

193 demandes d'aide ont été codées. Les plus nombreuses sont les demandes d'explication causale (29%), les moins nombreuses les demandes d'évaluation (22%).

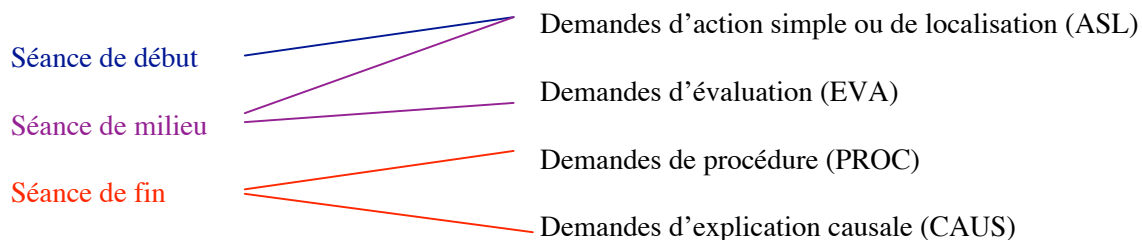


Figure 1 : Graphe des attractions entre les demandes d'aide et la séance observée.

On observe une évolution de la nature des demandes d'aides au fur et à mesure de l'avancée dans la formation (Figure 1). Les taux de liaison montrent que les demandes d'action simple ou de localisation (ASL) ont surtout lieu ($TDL > 0.20$) au cours des deux premières séances. Les demandes de procédure (PROC) et les demandes d'explication causale (CAUS) ont surtout lieu lors de la séance de fin de formation. Les demandes d'évaluations (EVA) sont plus fréquentes lors de la séance de milieu de formation (TDL positif mais inférieur à 0.20). On observe une liaison intermédiaire entre le type de question et l'avancée dans la formation ($0.04 < V^2 < 0.16$).

4.2.2 Degré d'ouverture des questions et lien avec la nature des demandes d'aide

Les taux de liaison montrent que la séance de début est surtout caractérisée par un nombre élevé de questions ouvertes tandis que les séances de milieu et de fin sont plutôt caractérisées par un nombre plus important de questions fermées. Il existe une liaison faible entre l'étape de la formation et l'ouverture des questions ($V^2 < 0.04$). Il semble qu'en milieu de formation, les questions fermées soient les plus nombreuses. Or, il se trouve que durant ces périodes les demandes d'évaluation occupent une place importante. Pour approfondir ce constat, nous avons regardé le lien existant entre le type de question et son degré d'ouverture (Tableau 3). Les taux de liaison montrent que les demandes d'explication causale, les demandes d'action simple ou de localisation et les demandes de procédure sont plutôt des questions ouvertes (TDL positif) tandis que les demandes d'évaluation sont plutôt des questions fermées ($TDL = 2.58$). La liaison entre la nature de la demande et son degré d'ouverture est très forte ($V^2 > 0.16$). De surcroît, la proportion des demandes d'évaluation « fermées » augmente avec l'avancée dans la formation, tandis que les autres demandes d'aide (demande d'explication causale,

¹ Les taux de liaison (TDL) sont des écarts relatifs à l'indépendance. Ils s'obtiennent par la comparaison entre les données observées et celles qui auraient été obtenues si les deux facteurs étudiés étaient indépendants. Il y a attraction lorsque le taux de liaison est positif (les données observées sont supérieures à celles théoriques). Il y a répulsion quand le taux de liaison est négatif (les données observées sont inférieures à celles théoriques).

² Le V^2 de Cramer se calcule à l'aide du ϕ^2 divisé par le ϕ^2 max. ϕ^2 max est la plus petite dimension du tableau moins 1. ϕ^2 est le résumé, la moyenne des taux de liaison du tableau. Le V^2 de Cramer est donc lié aux valeurs des taux de liaison ainsi qu'à la taille du tableau. Le V^2 est toujours un nombre compris entre 0 et 1.

demande d'action simple ou de localisation et demande de procédure) sont de plus en plus des questions ouvertes.

Type Nature	Question ouverte	Question fermée	Total
CAUS	98% (53)	2% (1)	100% (54)
ASL	92% (45)	8% (4)	100% (49)
PROC	96% (44)	4% (2)	100% (46)
EVA	30% (13)	70% (31)	100% (44)
total	80% (155)	20% (38)	100% (193)

Tableau 3 : Distribution de la nature des demandes d'aide en fonction de leur type (ouvert vs fermé).

4.3 Thème de l'intervention d'aide du formateur (hypothèse 3)

4.3.1 Évolution du thème de l'intervention avec l'avancée dans la formation

La tendance générale au cours de la formation est une forte présence d'interventions concernant principalement la tâche (53%). La catégorie Matériel est le thème le moins représenté (3%). Les autres thèmes représentent entre 12% et 19% du total des interventions. Les interventions au sujet de l'utilisation du matériel diminuent avec l'avancée en formation. En parallèle, il y a augmentation des interventions portant sur l'utilisation du logiciel, l'activité d'anticipation du formé, et les effets de l'action de celui-ci. La figure 2 résume les attractions entre les séances et le thème des interventions.

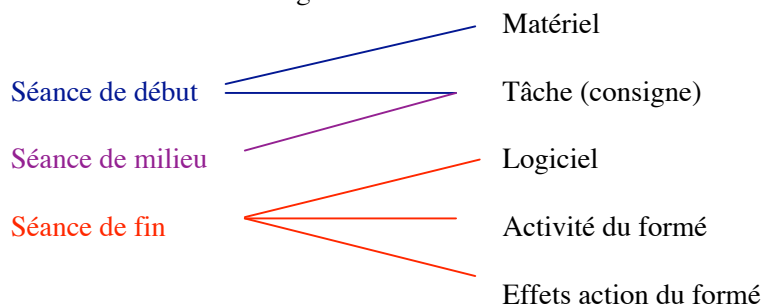


Figure 2 : Graphe des attractions entre le thème de l'intervention et la séance de formation.

L'analyse des taux de liaisons montre que durant la première séance, les objets d'intervention concernent surtout le matériel et la tâche. Dans la deuxième séance c'est la tâche qui est la plus importante tandis que dans la troisième séance ce sont plutôt l'utilisation du logiciel, les effets de l'action du formé et l'activité envisagée par ce dernier qui sont prépondérantes. Il existe une liaison intermédiaire entre l'objet sur lequel porte l'intervention du formateur et l'avancée dans la formation ($0.04 < V^2 < 0.16$).

4.3.2 Relation entre la nature des questions et l'objet d'intervention

Les demandes d'explication causale sont le plus souvent associées aux effets de l'action du formé ($TDL > 0.20$). Les demandes d'action simple ou de localisation sont aussi le plus souvent associées au matériel, à la tâche et au logiciel. Les demandes de procédure seraient plus fréquemment utilisées pour les activités envisagées par le formé ($TDL > 0.20$). Les demandes d'évaluation concerneraient plutôt l'utilisation du matériel, la tâche demandée et l'activité envisagée par le formé ($TDL > 0.20$). Il existe une liaison intermédiaire entre la nature des questions posées par les formés et l'objet des interventions ($0.04 < V^2 < 0.16$).

Dans les trois séances, les demandes d'aide de type explication causale (CAUS) sont plutôt associées à une intervention du formateur portant sur les effets de l'action du formé (TDL proche ou supérieur à 1). À l'inverse pour les autres demandes d'aide, le contenu de l'intervention du formateur varie selon les séances. Par exemple, les demandes d'évaluation (EVA) portent plutôt sur le matériel et l'activité du formé en début de formation (TDL respectivement de 3.23 et 0.92), puis concernent

plutôt la tâche demandée par le formateur en milieu et en fin de formation (TDL respectivement de 0.25 et 2.63)

4.4 Les stratégies d'aide du formateur dans ses interventions (hypothèse 4)

4.4.1 Les stratégies d'aide du formateur au cours de la formation

Globalement, les taux de liaison mettent en évidence pour la séance de début, une plus grande fréquence (le TDL est proche ou au-delà de 0.20) des encouragements, de l'explication, de la manipulation et du questionnement avec une moindre fréquence pour l'activité de montrer. La séance de milieu n'est caractérisée par aucune stratégie particulière du formateur, tandis que celle de fin de formation est fortement marquée par l'activité de montrer, de faire manipuler et de questionner avec une moindre fréquence de l'encouragement et de la prescription. Il existe une liaison intermédiaire entre les stratégies d'aide constituant les interventions d'aide du formateur et l'étape de la formation ($0.04 < V^2 < 0.16$). Les attractions fortes sont résumées dans la Figure 3.

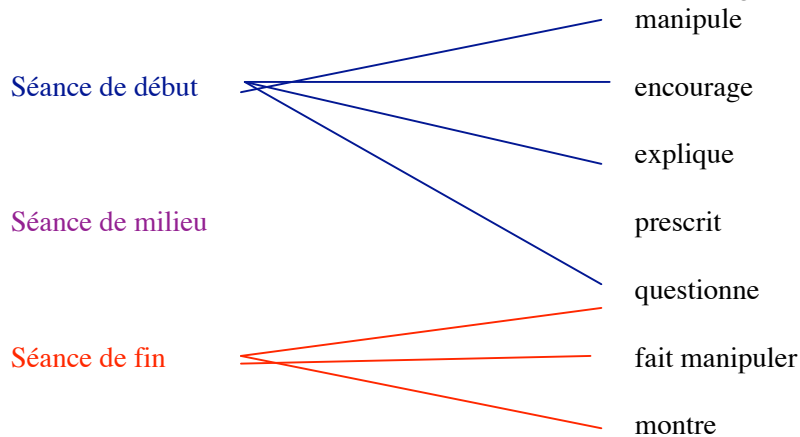


Figure 3 : Graphe des attractions entre l'étape de la formation et les stratégies d'aide du formateur.

Toutefois, cette évolution des stratégies d'aide du formateur peut être liée à l'évolution parallèle des questions posées par les formés, le formateur répondant aux demandes d'aide du formé. Elles peuvent aussi dépendre du contenu du cours.

4.4.2 Lien entre les stratégies d'aide et la nature des demandes

Le croisement entre la nature de la demande d'aide et les stratégies d'aide du formateur permet d'apprécier le caractère adaptatif de l'intervention du formateur. Les principales attractions (TDL forts) sont représentées dans la Figure 4. Globalement, les taux de liaison montrent des attractions fortes entre les demandes d'explication causale (CAUS) et la manipulation ainsi que le fait de montrer, des attractions fortes (>0.20) entre les demandes d'actions simples ou de localisation (ASL) et l'explication, des attractions fortes entre les demandes de procédure et les stratégies de faire manipuler et de questionner ; et enfin, des attractions fortes des demandes d'évaluation pour l'encouragement et l'activité de prescription du formateur. Toutefois, la liaison est faible entre la nature des demandes d'aide et les stratégies d'aide du formateur dans ses interventions ($V^2 < 0.04$).

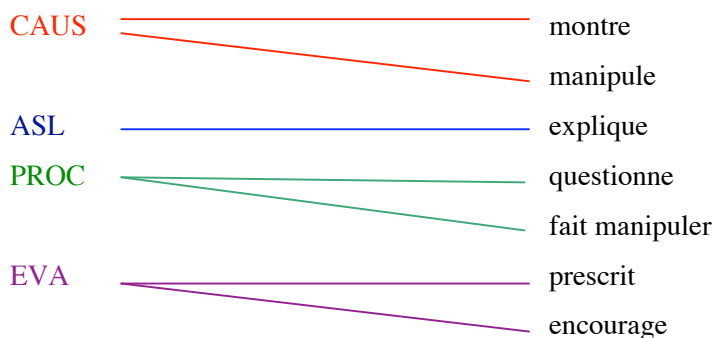


Figure 4 : Graphe des attractions entre la nature de la demande d'aide formulé par le formé et la stratégie d'aide employée par le formateur dans son intervention d'aide.

On notera que les stratégies d'aide du formateur évoluent selon la nature de la demande d'aide formulée par le formé pour chacune des trois séances (Tableau 4). Par exemple, les demandes d'explications causales (CAUS) entraînent plutôt, en début de formation, des stratégies d'encouragement et de « faire manipuler » (TDL >0.20) En milieu de formation, le « faire manipuler » disparaît. En fin de formation, il n'y a pas d'attraction forte (tous les TDL < 0.20) entre les demandes CAUS et l'une ou l'autre des stratégies d'aide du formateur.

Séances/demandes	CAUS	ASL	PROC	EVA
début	Encouragement Fait manipuler	Montre Encouragement	Manipule	Questionne Encouragement Fait Manipuler
milieu	Encouragement	Explique Montre	Fait manipuler Questionne	Encouragement Prescrit
fin		Prescrit	Questionne Encouragement Fait manipuler	Encouragement Prescrit

Tableau 4 : Stratégies d'aide privilégiées selon la nature de la demande d'aide et l'avancée dans la formation (TDL >.20)

4.4.3 Liaison entre les stratégies d'aide du formateur et le thème

Il est possible de se demander s'il existe des stratégies privilégiées selon le thème sur lequel portent l'intervention. D'après les taux de liaisons forts (TDL > 0.20), les interventions du formateur concernant l'utilisation du matériel se caractérisent surtout par des stratégies d'aide comme l'encouragement, la manipulation, et le fait de faire manipuler le formé. Dans les interventions concernant l'utilisation du logiciel le formateur montre surtout. Les interventions concernant la tâche sont plutôt constituées par l'encouragement et la prescription. Les interventions à propos de l'action anticipée du formé sont surtout caractérisées par le questionnement. Le formateur questionne et montre surtout lors de ses interventions au sujet des effets de l'action du formé. Toutefois, l'analyse des données globales issues du croisement entre les stratégies d'aide du formateur et l'objet sur lequel porte l'intervention montre que leur liaison est faible ($V^2 < 0.04$).

Globalement pour chacune des trois séances étudiées, le thème sur lequel porte l'intervention influence les stratégies d'aide du formateur. Ce lien semble peu évoluer au cours de la formation, les mêmes objets entraînant souvent les mêmes types de stratégie d'aide quel que soit le moment de la formation. Par exemple, le formateur montre beaucoup tout au long de la formation dès lors que cela porte sur l'utilisation du matériel (TDL > 0.20). Les interventions concernant l'utilisation du logiciel étaient plus fortement caractérisées par l'explication et le fait de montrer tout au long de la formation (TDL > 0.20). Il y a quelques évolutions. Par exemple, en ce qui concerne l'action des formés, les encouragements diminuent avec l'avancée dans la formation (TDL supérieur à 0.20 en début et milieu, négatif en fin de formation) ainsi que l'explication (TDL négatif dès la séance de milieu de formation).

5 DISCUSSION

5.1 Discussion générale

Cette étude a porté sur des personnes de 60 à 80 ans motivées à suivre une formation à l'informatique. Leur motivation est confirmée à la fin de la formation puisque toutes déclarent vouloir poursuivre une autre formation ou s'équiper de matériel informatique (seules deux étaient équipées avant la formation). De plus, si au départ seuls deux sujets s'entraînaient en dehors des cours, à la fin ils sont la moitié à le faire. Les deux raisons principales évoquées pour suivre la formation étaient le côté ludique de la chose ainsi que le fait de se tenir informé, de pouvoir discuter avec les membres plus jeunes de la famille. A la fin de la formation les formés sont positifs : 30% estiment avoir tout à fait tiré profit de la formation et 70% pensent avoir tiré profit même si certains aspects de la formation restent à intégrer. Aucun n'a émis un jugement négatif.

Nous nous sommes intéressés en particulier aux interactions entre formateur et formé. Ainsi, l'initiative de l'intervention d'aide évolue au cours de la formation : bien que l'initiative de l'intervention d'aide soit majoritairement du côté du formateur tout au long de la formation, en fin de formation le formé produit plus de demandes d'aide qu'au début et milieu de formation.

La nature des demandes d'aide des formés et l'objet des interventions du formateur évoluent au cours de la formation. Les demandes d'aide sont initialement très contextualisées et portent sur des actions ou localisation simple. Elles évoluent vers un plus grand nombre de demande d'évaluation concernant leurs actions ou leur compréhension (milieu de formation), puis vers des requêtes portant sur des procédures permettant d'atteindre des objectifs personnels de plus haut niveau ou de réaliser des tâches plus complexes. Le thème des interventions porte essentiellement, au départ de l'apprentissage, sur l'utilisation du matériel, ce besoin diminuant au cours de la formation. Les seniors, au départ très focalisés sur la tâche donnée sous forme de consigne par le formateur, vont peu à peu s'en détacher en posant de plus en plus de questions au sujet de l'activité qu'ils envisagent de faire sur l'interface, puis au sujet de l'action effectuée par eux (erreurs) et enfin au sujet du logiciel. Cette double évolution peut s'interpréter comme reflétant l'acquisition progressive de compétences par les formés, ainsi qu'une plus grande autonomie. Un aspect intéressant est que la structure des demandes diffère : les évaluations sont essentiellement des questions fermées, et ce d'autant que l'on avance dans la formation. Les autres demandes sont essentiellement ouvertes, et ce d'autant plus avec l'avancée dans la formation. Nous devons néanmoins nuancer notre propos compte tenu du fait que les objets informationnels des interventions peuvent être aussi influencés par le contenu pédagogique de la formation.

Il apparaît un comportement d'adaptation de l'aide de la part du formateur en fonction des besoins des formés, et notamment de leur niveau d'acquisition supposé. D'une part, l'objet des interventions du formateur est influencé par la nature de la demande d'aide et l'avancée dans la formation. En effet, si les demandes d'explications causales semblent concerner principalement les effets de l'action du formé tout au long de la formation, en revanche les autres demandes d'aide évoluent. En étant au départ fixées sur la tâche, les demandes d'action simple ou de localisation vont se mettre à concerner plutôt le logiciel et, les demandes de procédure plutôt l'action anticipée du formé sur l'interface. Les demandes d'évaluation portaient essentiellement sur l'utilisation du matériel et l'activité du formé en début de formation alors qu'elles vont plutôt concerner la tâche demandée par le formateur en fin de formation. D'autre part, les stratégies d'aide utilisées par le formateur semblent liées à la progression des formés au cours de la formation. En particulier, on peut noter l'importance de l'explication (surtout en séance de milieu de formation), et de la manipulation, et la diminution des encouragements et du fait de prescrire au formé ce qu'il doit faire avec l'avancée dans la formation. Il y a aussi une augmentation de l'activité de montrer, de faire manipuler et de questionner au cours de la formation. Ces résultats vont dans le sens de ce que Capobianco et Carbonell (2000) avaient observé : la description de la tâche à réaliser est plus détaillée en début qu'en fin de formation, cette description évoluant avec l'acquisition des connaissances chez le novice. Il existe enfin un lien faible entre les stratégies d'aide du formateur et le thème sur lequel porte l'intervention. La nature de ce lien semble peu varier en fonction de l'étape de la formation.

5.2 Limites de l'étude

Cette étude, exploratoire, a une portée limitée du point de vue de la généralisation. De plus, les comportements d'interactions analysés sont probablement influencés par des facteurs qui ne sont pas contrôlés, tels que le style du formateur, le plan et le contenu des cours, l'approche pédagogique choisie et les ressources utilisées. Cependant, en l'absence d'autres travaux dans ce domaine, il nous semble intéressant de proposer une première description du fonctionnement des interactions d'apprentissage entre un formateur et des apprenants seniors, dans la richesse d'une situation réelle de formation, mais aussi avec son caractère de cas. C'est pour cette raison que seules des statistiques descriptives sont utilisées dans cet article.

6 CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Le but de notre travail était d'étudier les interactions d'aide entre un formateur en informatique et des formés âgés de plus de soixante ans. Des études ultérieures concernant les interactions d'aide entre

formés ainsi que la distinction des sujets sur la base de leur familiarisation de départ à l'outil informatique, ou bien sur la base de l'accès au matériel durant la formation, permettraient de mieux cerner le poids des facteurs favorisant l'apprentissage de l'outil informatique dans cette population en particulier. Ces études pourraient aussi s'appliquer à d'autres tranches d'âges, la comparaison entre les résultats obtenus permettrait ainsi de mieux comprendre et d'expliquer les processus d'acquisition des connaissances et leurs déterminants selon la tranche d'âge. Les résultats obtenus dans ces situations de formation à l'outil informatique apportent une contribution intéressante aux modèles de la formation. En effet, ces résultats complètent les théories pédagogiques classiquement applicables aux enfants ou aux adultes. Ils sont aussi utiles à la formation des formateurs, ces derniers étant de plus en plus souvent en contact avec des apprenants de plus de 60 ans.

7 BIBLIOGRAPHIE

- Capobianco A., Carbonell N. (2000). Aide en ligne contextuelle : stratégies d'experts humains. In actes de *Ergo-IHM 2000, 3 au 6 octobre 2000 Biarritz-France* (pp. 48-55). CRT ILS & ESTIA.
- Chi, M. T. H., Siler, S.A., Jeong, H., Yamauchi, T. & Haussman, R.G. (2001). Learning from human tutoring. *Cognitive Science*, 25, 471-533.
- Debeugny, C. (2002). Etude des interventions d'aide entre le formateur et des élèves seniors dans une formation à l'informatique. Mémoire de recherche dans le cadre de la maîtrise de Psychologie : Université Paris 5, Laboratoire d'Ergonomie Informatique.
- De la Garza & Burkhardt J.M. (à paraître). An ecological study of elderly people learning the Internet: cognitive processes and effect of utility, usability and expertise. In *International Ergonomics Association conference*, Korea : Seoul, august 2003.
- De la Garza C., Burkhardt J. M. (2001). *Modalités d'utilisation et apprentissage de l'Internet par les aînés : le cas du site de la SNCF et de la CDC* (Rapport final Etude MIRE-CNAV). Laboratoire d'Ergonomie Informatique de l'Université Paris 5.
- Falzon P. (1994). Dialogues fonctionnels et activité collective. *Le travail humain*, 57, 299-312.
- Falzon P. & Pasqualetti (2000). L'apprentissage opportuniste. In Benchekroun T. H. & Weill-Fassina A. (Eds), *Le travail collectif, perspectives actuelles en ergonomie* (pp.121-133). Toulouse : Octarès Editions.
- Fréjus M. (1998). La démarche ergonomique dans la conception et l'évaluation d'un système de formation à base d'environnements virtuels. In *NTICF, conférence scientifique 18, 19 et 20 novembre 1998 – INSA de Rouen, France* (pp. 177-187). CNED.
- Larsson, M., Nyberg, L., Bäckman, L., Nilsson, L. (2003). Effects on episodic memory of stimulus richness, intention to learn, and extra-study repetition : similar profiles across the adult life span. *Journal of adult development*, 10, 67-73.
- Marquié J.C. (1989). La réception et le traitement de l'information visuelle : élément pour une meilleure prise en compte des caractéristiques des travailleurs vieillissants. *Le travail humain*, 52, 57-74.
- Plat, M. (2001). Choisir de comprendre ou de décider d'agir en environnement dynamique : le cas de l'activité de pilotage en situation incidentelle atypique. Thèse de doctorat de Psychologie cognitive, Université Paris 8, 20 nov. 2001.
- Sperandio, J.C., de la Garza, C., Michel, G., Specht, M. & Uzan, G. (1998). Impact du vieillissement des personnes handicapées ou non sur l'utilisation des objets techniques. (Rapport final Etude MIRE-CNAV). Laboratoire d'Ergonomie Informatique de l'Université Paris 5.
- Wagemann, L. (1998) Analyse des représentations initiales liées aux interactions homme-automatisme en situation de conduite simulée. *Le Travail Humain*, 61, 129-151.

