

Laboratoire d'Ergonomie

Conservatoire national des arts et métiers - Paris



Pierre FALZON

**LES ACTIVITÉS MÉTAFONCTIONNELLES
ET LEUR ASSISTANCE**

1994

Réf. : Falzon, P. (1994). Les activités méta-fonctionnelles et leur assistance. *Le Travail Humain*, 57 (1), 1-23.

Les activités métafonctionnelles et leur assistance

Pierre Falzon

Laboratoire d'Ergonomie
Conservatoire National des Arts et Métiers
41 rue Gay-Lussac, 75005 Paris, France
falzon@cnam.cnam.fr

1. La gestion des savoirs techniques.....	1
2. Les activités méta-fonctionnelles	2
2.1. Les activités méta-fonctionnelles : définition.....	2
2.2. Méta-cognitif, méta-opérationnel, et méta-fonctionnel.....	3
3. Les activités méta-fonctionnelles : des exemples.....	6
3.1. L'exploration du travail.....	6
3.2. La construction d'un outil	6
3.3. L'identification de cas	7
3.4. L'élaboration d'une mémoire portative	9
3.5. En résumé	10
4. L'assistance aux activités méta-fonctionnelles	11
4.1. Les outils organisationnels	12
4.2. Les outils cognitifs.....	14
4.3. Les outils technologiques	16
5. Conclusion	20
Références	21

1. La gestion des savoirs techniques

Une demande émerge de plus en plus fréquemment de la part des organisations : celle d'une aide à la gestion des savoirs techniques. Cette question est devenue un enjeu crucial du fait de la combinaison de deux phénomènes :

- d'une part la nécessité des entreprises de procéder à des aménagements de leur mode de production, et donc de transformer les pratiques de travail ;
- d'autre part le risque de voir disparaître certaines compétences suite à différents facteurs : départs à la retraite (parfois anticipée), mobilité des personnels interne à l'entreprise, turn-over). L'expérience apparaît volatile.

Ces phénomènes n'ont rien de très nouveau en eux-mêmes, mais ils ont pris une importance accrue et leurs effets sont maintenant perçus comme dangereux pour la conservation ou l'adaptation du savoir technique de l'entreprise. En effet, dans un système stable technologiquement, le départ de tel ou tel opérateur, fut-il très compétent, peut être compensé par le groupe : le remplaçant, à son contact, acquiert graduellement la connaissance nécessaire. De plus, ces savoirs stabilisés sont formalisés, et peuvent être enseignés, à l'école ou lors de formations dans l'entreprise. L'accélération des progrès technologiques bouleverse cette situation. D'une part, le départ d'un opérateur expérimenté, voire expert, devient catastrophique : les opérateurs restants n'ont plus qu'une vision partielle du savoir-faire technique. D'autre part, l'évolution technologique doit s'accompagner d'une évolution des compétences, sous peine de voir les opérateurs et leurs pratiques devenir inadaptés.

Le savoir technique construit devient ainsi d'une importance cruciale lorsque les techniques évoluent rapidement. C'est le cas notamment dans les industries de pointe, comme l'industrie aérospatiale par exemple. Un facteur aggravant est que ce savoir technique peut s'avérer difficile à construire dans certaines situations. Je pense en particulier aux activités de bureau d'étude dans lesquelles le savoir n'est pas construit sous l'influence de la répétition de cas similaires. Dans ces situations, les opérateurs ne traitent qu'un petit nombre de cas, et ces cas peuvent être très différents les uns des autres. Le savoir n'existe au départ que sous forme d'une mémoire des cas traités (une mémoire des épisodes), et non sous forme de connaissances abstraites à partir de ces cas (une mémoire sémantique). Ce travail d'abstraction peut être difficile à réaliser, ce qui complique d'autant le transfert des connaissances d'un opérateur à un autre.

On pourrait objecter qu'il existe une mémoire de l'entreprise, sous forme de documents relatifs aux problèmes traités dans le passé (dans le cas d'un bureau d'études, ces documents sont par exemple les spécifications initiales et la solution finalement proposée). Malheureusement, il s'agit là de traces du travail, pas de traces de l'activité. Les essais et erreurs, les problèmes rencontrés, les solutions qui ont été trouvées, les pistes abandonnées et les justifications des décisions prises sont absentes. Or c'est là que gît l'expertise. Dans une étude de l'activité d'ingénieurs dans un bureau d'étude (menée en collaboration avec W. Visser), nous avons ainsi pu constater plusieurs effets négatifs liés aux problèmes ci-dessus évoqués :

- des cas où les opérateurs se souvenaient de la solution précédemment établie, mais non du raisonnement qui y avait conduit. Les contraintes pesant sur les choix effectués

avaient notamment été oubliées, et la question se posait alors de savoir si la solution précédemment construite était applicable au cas traité maintenant.

- des cas où les opérateurs, face à un problème particulier, se rappelaient qu'ils avaient déjà eu à le traiter, mais ne se souvenaient plus de la solution qu'ils avaient construite et du raisonnement qu'ils avaient suivi.

Ces situations conduisent à deux interrogations :

- quels moyens mettre en place pour assurer le passage permanent des connaissances des opérateurs les uns aux autres ?
- quels moyens mettre en place pour favoriser l'évolution des compétences, la construction de connaissances à partir des expériences de travail ?

L'argument de ce texte est qu'une partie des réponses à ces interrogations peut être trouvée dans la description d'activités peu étudiées (parce que mal identifiées) par l'ergonome : les activités méta-fonctionnelles. Ces activités (dont une définition plus précise apparaît dans la section suivante) peuvent être considérées comme une réponse spontanée des opérateurs à la nécessité de construire le savoir technique. Leur étude apparaît donc souhaitable.

Le plan de ce texte est le suivant. Tout d'abord on proposera une définition de l'activité méta-fonctionnelle, en la différenciant de l'activité méta-cognitive et de l'activité méta-opérationnelle. Dans un second temps, on examinera des exemples d'activités de ce type dans différentes situations professionnelles. Enfin on abordera la question de l'assistance aux activités méta-fonctionnelles.

2. Les activités méta-fonctionnelles

2.1. Les activités méta-fonctionnelles : définition

La grande majorité des activités étudiées par l'ergonome (ou l'organisateur) sont des activités fonctionnelles, c'est-à-dire des activités directement orientées vers la production immédiate ou préparatoires à celle-ci. Par exemple, l'opérateur devant peindre une pièce doit d'abord protéger les parties qui ne doivent pas être peintes. Cette activité préparatoire est incluse dans l'activité fonctionnelle : elle vise à satisfaire les pré-requis de l'action. Par exemple encore l'action peut être précédée par une phase de planification, pendant laquelle l'opérateur définit ses objectifs et construit une procédure d'action. Cette activité de planification est elle aussi incluse dans l'activité fonctionnelle.

Or, on constate lors de l'analyse de situations de travail l'existence d'un autre type d'activités : les activités méta-fonctionnelles. Il s'agit d'activités non directement orientées vers la production immédiate, activités de construction de connaissances ou d'outils (outils matériels ou outils cognitifs), destinés à une utilisation ultérieure *éventuelle*, et visant à faciliter l'exécution de la tâche ou à améliorer la performance.

Ces activités prennent place en marge du travail (elles viennent se greffer sur le temps de travail, en parallèle à l'activité fonctionnelle ou lors de phases de moindre activité), et trouvent leur source dans le travail : ce sont des faits se produisant lors du travail qui

provoquent l'apparition d'activités méta-fonctionnelles. Ces deux aspects leur confèrent un caractère parasitaire (parasitisme temporel et génétique) par rapport à l'activité.

Comme on le verra en section 3, les activités méta-fonctionnelles sont parfois, mais rarement, formalisées et reconnues. Le plus souvent, elles sont spontanées et ignorées. Elles sont dans certains cas clandestines et combattues par l'organisation. Or il s'agit d'activités nécessaires pour l'évolution et le développement du savoir technique.

2.2. Méta-cognitif, méta-opérationnel, et méta-fonctionnel

Il importe dans cette introduction de différencier le méta-fonctionnel d'autres dimensions "méta" décrites par ailleurs, et tout d'abord du méta-cognitif.

Méta-connaissances et activité méta-fonctionnelle

La méta-connaissance est un savoir sur le savoir. "Par exemple, nous connaissons souvent l'étendue et l'origine de nos connaissances sur un sujet particulier, sur la fiabilité de telle information, ou sur le degré d'importance de faits particuliers. La méta-connaissance inclut ce que nous savons de notre propre performance en tant que système de traitement cognitif : nos forces, faiblesses, sensibilités à l'erreur, niveaux d'expertise dans différents domaines, et sentiments de progresser durant la résolution de problème" (Barr & Feigenbaum, 1981, pp.144-145).

Les méta-connaissances servent à réguler l'utilisation des autres connaissances. Les travaux de Valot (1990) sur la méta-cognition mise en œuvre par des pilotes d'avion de chasse en sont un bon exemple : l'auteur montre comment les méta-connaissances de compétence (i.e. le savoir des pilotes sur ce qu'ils savent, sur le degré de familiarité de telle procédure, sur leurs limites de traitement) sont utilisées pour planifier les vols.

Les méta-connaissances sont donc des connaissances fonctionnelles, utilisées pour prendre des décisions d'action (action immédiate ou action future). L'utilisation des connaissances et des méta-connaissances a pour objectif l'action sur l'environnement.

L'activité méta-fonctionnelle a pour objectif la création de savoirs et d'outils. Ces savoirs créés peuvent être des connaissances au sens usuel ou des méta-connaissances. Comme la figure 1 le fait apparaître, du point de vue méta-fonctionnel, l'objet du travail, c'est l'activité fonctionnelle.

Méta-opérationnel et méta-fonctionnel

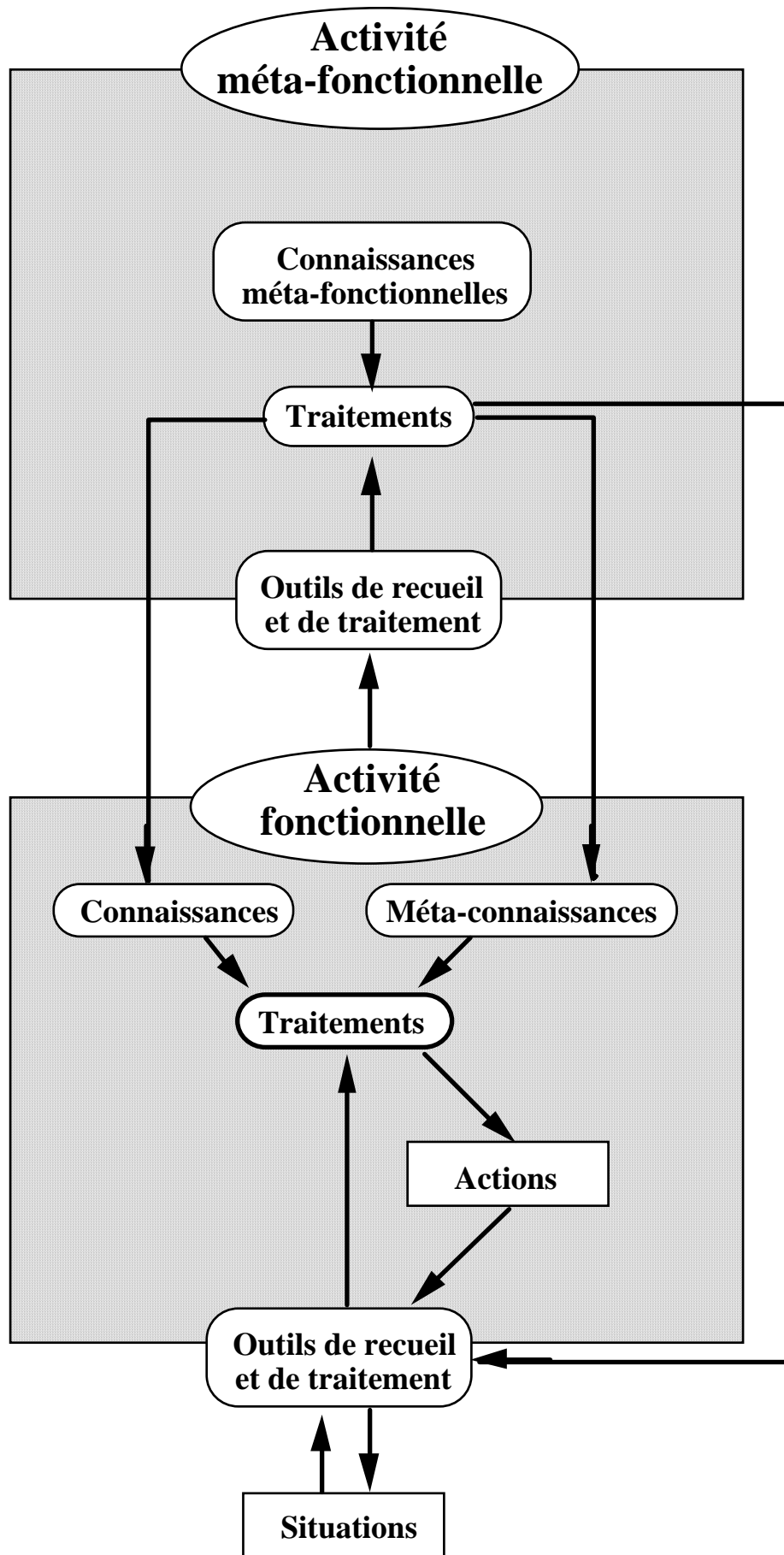
La notion d'activité méta-opérationnelle est énoncée dans un texte de Teiger (1994). L'auteur analyse des situations de travail répétitif (production de masse) où la communication verbale n'est pas nécessaire à la réalisation de la tâche, et de plus interdite soit formellement soit du fait des conditions matérielles (ambiance sonore, éloignement des opératrices). S'interrogeant alors sur la raison d'être des activités langagières qu'elle constate, elle observe que ces prises de parole non "directement" fonctionnelles ont, aux dires mêmes des opératrices, diverses fonctions opérationnelles : pouvoir durer (en rompant la monotonie), maintenir l'attention (en particulier en période de moindre vigilance, e.g. après le déjeuner), jouer (et donc faire passer le temps), favoriser une activité mentale auto-contrôlée (c'est-à-dire dont elles ont elles-mêmes la maîtrise), autonome, tout en maintenant le lien social.

C. Teiger qualifie de méta-opérationnelles ces activités langagières. Ce qualificatif "méta-opérationnel" pourrait s'appliquer à des activités non-langagières visant elles aussi à rendre possible le travail. Prenons l'exemple d'un conducteur devant réaliser un long parcours en voiture. Après quelques heures de route, il constate que sa vigilance baisse. Il peut alors décider de diverses activités : mettre la radio, ou décider de faire une pause. Ces activités ne sont pas directement fonctionnelles (elles ne servent pas à la conduite), mais sont bien méta-opérationnelles (elles contribuent à permettre la conduite).

Ce qui semble caractériser l'activité méta-opérationnelle, c'est ainsi sa centration sur l'opérateur lui-même : elle vise non à réaliser la tâche, mais à rendre possible l'accomplissement de la tâche. Comme l'activité méta-cognitive, l'activité méta-opérationnelle est donc centrée sur l'ici et maintenant, alors que le méta-fonctionnel est orienté vers le futur.

La section suivante présente des exemples d'activités méta-fonctionnelles spontanées.

Page suivante : Figure 1
Activité fonctionnelle et activité méta-fonctionnelle



3. Les activités méta-fonctionnelles : des exemples

3.1. L'exploration du travail

Le premier exemple est emprunté à une étude conduite par Magaud et Sugita (1991). L'objectif de cette étude est la comparaison de deux entreprises, l'une française, l'autre japonaise, fabriquant des produits similaires (des téléviseurs).

Au cours de cette étude, les auteurs remarquent, dans l'entreprise japonaise, l'épisode suivant. Une nouvelle machine d'étiquetage vient d'être livrée. Cette livraison va donner lieu, plusieurs jours durant, à des réunions informelles, un peu brouillonnes, de 4 ou 5 personnes, en fin de journée. Or, comme le notent les auteurs, si l'on devait comptabiliser les temps passés par les opérateurs à manipuler cette machine, on aboutirait à un coût prohibitif, sans commune mesure avec le bénéfice escompté de l'introduction de ce nouvel outil. Ceci est en décalage important par rapport au comportement usuel des opérateurs de cette entreprise. Que se passe-t-il donc ?

Selon les auteurs, une hypothèse possible est de voir là "une sorte d'étude de cas permettant à plusieurs techniciens et opérateurs d'apprendre à définir les tâches, d'apprendre quel pouvait être l'effet sur une tâche, puis sur le système dans son ensemble, de modifications opérées sur d'autres tâches. [...] en l'occurrence, mettre en route la machine à étiqueter, c'était aussi apprendre à analyser et recomposer la ligne de montage" (p.15).

Cet épisode peut ainsi être vu comme un exemple d'activité méta-fonctionnelle. Il ne s'agit pas pour les opérateurs de satisfaire un objectif immédiat, mais plutôt de travailler à une possible activité future, de reconstruire mentalement le travail.

3.2. La construction d'un outil

Le second exemple est emprunté à une étude de J.L. Minguay (Minguay, 1992 ; Minguay & Rabardel, 1992), portant sur l'analyse de l'activité d'un patron-pêcheur. Celui-ci doit effectuer un ensemble de tâches visant à la capture du poisson. Il dispose pour ce faire d'une panoplie d'instruments, lui permettant notamment de positionner le navire en surface tout en gérant des informations concernant le fond. Les observations réalisées indiquent en premier lieu que les informations délivrées par ces instruments sont inégalement utilisées. En second lieu, il apparaît que ce capitaine de pêche consacre une fraction importante de son temps à la création de cartes marines adaptées à ses besoins.

Ces cartes sont créées à partir de documents existants (cartes de relevés topographiques, cartes de relevés de température, cartes de navigation). A chaque passage sur une zone, le patron-pêcheur porte sur la carte qu'il s'est confectionnée un certain nombre d'indications prélevées sur les instruments de bord. Il s'agit d'enrichir la carte par deux types d'informations au moins, directement liées aux opérations de chalutage :

- des informations topographiques : il s'agit soit de chiffres indiquant la profondeur de l'océan, soit de traits pointillés ou pleins (en fonction du degré de fiabilité de l'information) indiquant les isobathes ;
- des informations sur la nature du fond : il s'agit en particulier d'identifier les croches, c'est-à-dire les accidents du fond susceptibles de provoquer (ou ayant provoqué) des

accrochages du chalut. La codification conçue par le patron-pêcheur permet de différencier les croches "vues" par les instruments, celles qui ont été seulement identifiées par le fait que le chalut s'y est accroché, celles qui ont causé des dégâts importants, comme la perte du chalut (et qui sont donc à éviter absolument), celles enfin qui ont seulement interrompu le processus de capture.

D'autre part, ce patron pêcheur reporte sur la carte des éléments d'histoire de sa constitution et d'élargissement du contexte d'utilisation. Ainsi, à un type de symbolisme employé correspond un type d'appareillage source des indications traduites. De même, telle règle de conversion représentée graphiquement facilite la correspondance entre l'échelle métrique et celle des miles marins, tel vecteur dessiné indique la direction et le sens de la translation à effectuer en cas de changement de système de positionnement.

On voit donc que les indications portées permettent d'obtenir une représentation du fonds marin plus riche, mieux adaptée à la tâche (en particulier en ce qui concerne les risques de croche), et intégrant le degré de certitude des informations portées. La construction de la carte est un processus permanent, la carte s'enrichissant à chaque passage dans la zone concernée. Ces cartes sont ainsi le *résultat d'un travail*. Elles synthétisent des déductions effectuées à partir d'informations de natures différentes : indications des instruments, sensations lors du chalutage, observations du chalut. Elles formalisent un certain état du savoir de ce patron-pêcheur sur les zones concernées. Ces cartes constituent d'autre part un *outil de travail* : elles permettent la prise de décision lors de la conduite du train de pêche (moment et lieu d'immersion du chalut, planification des trajectoires à effectuer).

Cette activité d'élaboration de carte relève de l'activité méta-fonctionnelle : renseigner la carte est peu utile au moment du chalutage, mais pourra être utile plus tard, lors d'un nouveau passage dans la zone. Cette activité est particulière à ce patron-pêcheur, et n'est vraisemblablement pas étrangère au fait que celui-ci, reconnu comme un des plus qualifiés par ses pairs, soit aussi celui dont les prises de pêche sont parmi les plus élevées.

3.3. L'identification de cas

Un troisième exemple provient d'un travail réalisé par S. Poidevin (1993), relatif à l'activité des stationnaires sapeurs-pompiers dans un centre de traitement des alertes. Les stationnaires reçoivent les appels téléphoniques en provenance (surtout) de particuliers et doivent, aussi rapidement que possible, définir les moyens à envoyer (types de véhicules de secours, types de personnel).

Les stationnaires disposent d'un système informatique qui leur permet d'entrer les informations nécessaires (lieu de l'incident, numéro de téléphone de la personne qui appelle, etc.), de décider de la classe de l'incident (e.g. incendie dans un lieu public, accident de véhicule, etc.) et de choisir les secours à faire partir. Le système, élaboré par des pompiers expérimentés, dispose de 25 classes d'incident. Après le choix d'une classe, une liste de moyens apparaît (correspondant à ce qui est jugé souhaitable pour cette classe). Le stationnaire est cependant libre d'adapter cette liste, en envoyant moins de moyens, ou des moyens différents, s'il le juge souhaitable dans le cas particulier.

L'étude a porté sur les stratégies de décision des stationnaires. Comment catégorisent-ils les problèmes qui leur sont soumis ? Comment décident-ils des secours à envoyer ? La méthode a consisté à soumettre 3 enregistrements d'appels réels à 8 stationnaires (4 professionnels, 4

novices). Ces appels (extraits des enregistrements téléphoniques effectués en permanence) avaient été préalablement divisés en séquences. Dans un premier temps, on fait écouter l'enregistrement de l'appel au stationnaire, en lui demandant de réagir à l'issue de chaque séquence. A l'issue de l'écoute de l'appel, le stationnaire doit caractériser la nature du problème qui se pose, puis préciser les moyens qu'il souhaite envoyer. On lui demande ensuite de consulter la liste des classes proposées par le système et des moyens associés à ces classes, et d'effectuer un choix (classe choisie et moyens finalement envoyés).

Les résultats indiquent plusieurs différences entre novices et professionnels :

- les professionnels sont certains des moyens qu'ils veulent envoyer et s'y tiennent, même si la classe d'appartenance qu'ils choisissent propose des moyens différents de ceux qu'ils ont choisis. La classe propose en général plus de moyens qu'ils n'en envoient. Les professionnels utilisent une stratégie de *moindre engagement*, c'est-à-dire qu'ils essaient de minimiser les moyens mis en œuvre, de façon à disposer d'une marge de sécurité pour les appels à venir.
- les novices adaptent leur choix initial de moyens à ce qui est proposé par le système suite à leur choix de classe. De ce fait, ils sont souvent conduits à envoyer plus de moyens que ceux qu'ils avaient à l'origine décidés.

Jusque là, ces résultats, bien qu'intéressants, sont peu surprenants : les novices s'appuient plus que les professionnels sur le système d'aide. Ce qui est en revanche plus intéressant, c'est un comportement constaté chez l'un des stationnaires professionnels. Celui-ci ne se contente pas de sélectionner des moyens. Lorsqu'il ne trouve pas, dans les classes proposées par le système, une classe qui lui convient, il choisit dans deux cas de créer une nouvelle classe (ce qui est possible avec ce système), à laquelle il associe les moyens qu'il juge nécessaires :

- dans le premier cas (incendie dans un bar), il trouve deux classes possibles : feu dans un hôtel (FHOT), et feu d'établissement scolaire (FSCO), qui proposent bien les moyens qu'il souhaite engager, mais qui lui semblent inadaptées. En effet, ces deux classes ont des implications (possibilité d'étages dans le premier cas, présence d'enfants dans le second), qui ne se manifestent pas dans le cas rencontré. Il décide alors de créer une classe superordonnée "feu dans un établissement public", qu'il code "FEP" et dont FHOT et FSCO sont des cas particuliers.
- le second cas (personne victime d'un malaise dans un supermarché) pose un problème particulier. Le stationnaire a le choix entre "malaise dans un lieu public" (VM) ou "urgence médicale" (VUM). Ce second choix implique l'envoi non d'un véhicule des pompiers, mais d'une ambulance hospitalière (SAMU), de règle lors des interventions chez des particuliers. Se pose donc la question de savoir si un supermarché est un lieu public ou un lieu privé. Le stationnaire décide de l'envoi d'un véhicule des pompiers, et, pour lever l'ambiguïté, crée une nouvelle classe "malaise dans un établissement public", sous-classe de VM.

Ce qui est frappant dans ces observations, c'est que la création de classes n'est pas une nécessité pour l'action. Le stationnaire aurait pu (comme ses collègues l'ont d'ailleurs fait) choisir une classe existante, qui proposait les moyens qu'il souhaitait. La création de classe ne répond donc pas à un besoin fonctionnel immédiat, mais à l'anticipation de cas à venir, pour lesquels il pourrait être utile de disposer de ces nouvelles classes. Il s'agit donc bien d'une activité méta-fonctionnelle.

On pourrait considérer qu'il s'agit là d'un phénomène marginal, peut-être propre à cet opérateur particulier. Ce n'est pas ce que d'autres observations révèlent. En effet, l'auteur a eu accès aux répertoires existants dans deux centres de traitement des appels. Alors que le système proposait à l'origine 25 classes d'incidents, il note dans un centre un répertoire de plus de 70 classes, et dans un autre centre un répertoire de 110 classes ! A l'évidence, les stationnaires ont abondamment utilisé la possibilité ouverte par le système de déclarer de nouvelles classes.

On pourrait supposer que l'ajout d'un tel nombre de classes est injustifié, et qu'un certain nombre d'entre elles sont redondantes. Dans le premier centre, un examen a effectivement été conduit dans l'objectif d'éliminer les classes inutiles. Or cet examen n'a conduit qu'à une faible réduction : le répertoire, après filtrage, dispose encore de 65 classes.

Suite à l'annonce de ces observations, la réaction des responsables des sapeurs pompiers a été immédiate : le système a été verrouillé de façon à interdire l'ajout de nouvelles classes. L'argument avancé est que la prolifération non contrôlée des classes peut avoir des effets nocifs : elle rend plus longue la consultation (alors que les 25 classes d'origine étaient rapidement balayées du regard, cela n'est plus possible avec des répertoires étendus et évolutifs), et elle pose des problèmes de cohérence ou de redondance. Néanmoins, comment ne pas voir le côté extrêmement positif du comportement des stationnaires : ceux-ci tentent d'optimiser le système en créant des classes significatives pour eux, qui leur permettront plus tard de mieux classer les problèmes rencontrés.

3.4. L'élaboration d'une mémoire portative

Le dernier exemple est extrait d'une étude portant sur l'activité de techniciens très qualifiés, chargés d'intervenir sur des machines complexes entre le moment où elles sortent des chaînes de montage et celui où elles sont livrées au client (Juniet, 1993). Dans cet intervalle, les équipements particuliers demandés par le client sont installés, et différents essais sont réalisés pour s'assurer du bon fonctionnement de la machine. Cet intervalle de 7 à 8 semaines est très court compte tenu du nombre d'opérations à réaliser, du retard pris en général sur la chaîne de montage (qu'il va falloir rattraper, puisque la date de livraison est - elle - fixe) et de l'imprévisibilité et de la complexité des défauts et pannes constatés.

On constate que les opérateurs concernés portent en permanence sur eux un carnet, dans lequel ils inscrivent différentes informations. Ce carnet n'est pas le signe d'un noviciat. Au contraire, ce sont les opérateurs expérimentés qui disposent de tels carnets, et l'épaisseur de ceux-ci est présentée comme un signe de compétence.

Que trouve-t-on dans ces carnets ? Un ensemble d'éléments disparates :

- des numéros divers : numéros de téléphone de spécialistes de domaines techniques particuliers, numéros de référence de manuels où se trouvent certaines informations, numéros de tests à effectuer ;
- des plans : plans des circuits électriques par exemple, schémas de fonctionnement divers, sur lesquels sont identifiés les équipements importants (en particulier les calculateurs) ;
- des traces des diagnostics et réparations effectuées : schémas de la procédure de résolution, texte de description de l'incident ;
- enfin un lexique d'anglais technique, la documentation étant rédigée dans cette langue.

Interrogés sur la raison d'être de ces carnets, les opérateurs indiquent différentes fonctions : ils permettent de conserver l'information (ils constituent une mémoire artificielle), d'éviter des déplacements (ce qui n'est pas négligeable compte tenu de l'éloignement entre les diverses sources d'information), de répondre aux questions d'autres opérateurs. Les opérateurs mentionnent deux rôles supplémentaires : les carnets sont un outil d'apprentissage, et une "assurance pour l'avenir". En effet, ils permettent une stabilisation du savoir qui peut être utile dans le cas d'un éventuel licenciement ou, plus simplement, d'un changement de fonction.

La tenue de ces carnets est une activité importante pour ces opérateurs, qui y consacrent beaucoup de temps :

- d'abord au cours de l'activité : les opérateurs notent sur le carnet des informations obtenues lors des réparations de panne.
- ensuite lors des temps morts entre deux interventions : les opérateurs vont alors consulter la documentation de ces machines, ceci sans être orientés par un objectif immédiatement fonctionnel : il ne s'agit pas de rechercher des informations permettant de traiter un problème qu'ils ont à résoudre à ce moment-là. C'est une activité prévisionnelle.
- enfin, et c'est probablement le fait le plus frappant, à domicile. En effet, il arrive un moment où le carnet est rempli. Que se passe-t-il alors ? L'opérateur commence-t-il un nouveau carnet ? Pas exactement. Il recopie, sur un nouveau carnet, toutes les informations du carnet précédent qu'il souhaite conserver. Il filtre donc certaines informations : les unes parce qu'elles sont maintenant mémorisées (par exemple certains numéros de référence de manuels), d'autres parce qu'elles sont devenues obsolètes (par exemple, certaines pannes ne peuvent plus se produire, du fait de modifications techniques). L'outil de travail que constitue le carnet est donc recréé périodiquement. Ce travail de recréation est analogue à la maintenance d'une base de connaissance.

Enfin, l'auteur constate aussi l'existence d'un carnet d'équipe. Ce carnet collectif diffère des carnets individuels par le fait qu'il n'est évidemment pas conservé par une personne particulière, mais qu'il est rangé (les opérateurs disent "caché", on verra pourquoi ci-dessous) dans un tiroir, et par le fait qu'il est composé essentiellement de plans photocopiés.

On constate donc une fois encore l'existence d'une activité méta-fonctionnelle spontanée, qui apparaît très liée à la compétence. Or, la constitution de ces carnets est interdite par l'organisation ! Les raisons avancées sont d'abord que ces carnets tendent à constituer des documentations parallèles, alors que la documentation "officielle" évolue, au fur et à mesure de l'évolution des machines. La seconde raison est qu'il existe des consignes, des procédures préparées à l'avance par les services techniques : la prise de notes est donc inutile !

3.5. En résumé

Les exemples proposés ci-dessus peuvent être synthétisés de la façon suivante :

- Exploration du modèle du système technique (section 3.1)
Dans cet exemple, les opérateurs cherchent à élaborer collectivement une meilleure représentation du système technique, en explorant d'autres possibilités d'organisation des tâches. En reprenant la formalisation proposée par Rasmussen (1983), l'objet sur

lequel les opérateurs semblent travailler, c'est le modèle du système technique ; ils alimentent donc les connaissances utilisées au troisième niveau de fonctionnement proposé par Rasmussen (le *model-based behavior*).

- Construction de classes de problèmes/solutions (section 3.3 et 3.4)

Les pompiers dont il est question en section 3.3 ajustent leur système de classification, de façon à mieux répondre aux situations rencontrées. Ils affinent donc les connaissances utilisées au second niveau de fonctionnement proposé par Rasmussen (le *rule-based behavior*). De même, une des fonctions des carnets décrits en section 3.4, créés par les techniciens de dépannage, consiste à mémoriser les problèmes rencontrés et les solutions apportées.

- Construction d'un outil de travail (sections 3.2 et 3.4)

Dans le cas décrit en 3.2, il s'agit pour le patron-pêcheur de créer une image opérative du système dans lequel il évolue. Le patron-pêcheur se crée donc un outil de représentation finalisé.

Dans le cas décrit en 3.4., les carnets créés ont aussi pour fonctions de faciliter l'accès aux ressources : ressources documentaires (par le nom des références ou directement la copie des informations pertinentes), ressources individuelles (nom et numéro de téléphone des spécialistes à contacter).

Une remarque importante est ici à formuler : ces activités méta-fonctionnelles s'appuient elles-mêmes sur des connaissances et des outils. Le patron-pêcheur a graduellement construit un système de filtrage et de codage des informations. Le pompier expérimenté tire parti d'un système informatique qui lui permet d'entrer de nouvelles associations problème/solution. Le technicien de dépannage a appris avec le temps quelles étaient les informations importantes à noter et celles qu'il pouvait laisser de côté. Pour les opérateurs de l'usine japonaise, c'est le fonctionnement collectif autour d'un "jeu de mise en œuvre" qui permet le travail sur le modèle du système technique. On voit donc ainsi que ces activités méta-fonctionnelles sont rendues possibles par des moyens, internes ou externes, pré-existants ou forgés par les opérateurs eux-mêmes.

L'activité méta-fonctionnelle s'appuie ainsi sur des connaissances et des outils (cf. figure 1). Dans la perspective adoptée ici, qui pose l'activité méta-fonctionnelle comme une activité nécessaire au travail et à son amélioration, se pose donc la question d'améliorer ces connaissances et ces outils, et donc d'assister l'opérateur dans son activité méta-fonctionnelle. Ceci fait l'objet de la section suivante.

4. L'assistance aux activités méta-fonctionnelles

On envisagera successivement 3 classes d'outils pouvant être mis en œuvre pour assister l'activité méta-fonctionnelle : des outils organisationnels, des outils cognitifs, et des outils technologiques. Certains de ces outils n'existent qu'en tant que projets, mais il existe cependant des cas où des outils existent formellement. On trouvera donc dans cette section aussi bien des outils existants que des outils potentiels.

4.1. Les outils organisationnels

Les outils organisationnels présentés ci-dessous visent à favoriser l'élaboration des savoirs techniques, par exploitation des cas passés ou des cas en cours de traitement.

4.1.1. L'analyse des incidents

Un premier outil organisationnel est l'analyse des incidents, dont nous verrons deux exemples.

Le premier exemple provient des réunions de staff dans un centre hospitalier universitaire (cas rapporté par S. Sébillotte, communication personnelle). Ces réunions rassemblent l'ensemble du personnel du service, et ont notamment pour objectif l'analyse des échecs ou incidents thérapeutiques. Les participants dissèquent ce qui s'est passé, essaient de comprendre la genèse du problème, et cherchent à élaborer de nouvelles règles qui permettront à l'avenir d'éviter la difficulté.

Le succès de ces réunions nécessite une grande confiance entre les participants. Chacun doit en effet indiquer précisément les actions qu'il a effectuées, de façon qu'il n'y ait pas d'erreur dans l'analyse de l'incident, ce qui suppose de décrire éventuellement des activités erronées ou sous-optimales.

Le second exemple est celui de l'Aviation Safety Reporting System (ASRS). L'ASRS est un système de collecte des incidents aériens se produisant aux Etats-Unis. Ce système, impulsé dans les années 80 par la NASA, demande la participation active d'un grand nombre d'acteurs : l'ensemble des pilotes et des contrôleurs opérant aux Etats-Unis. Les rapports spontanés d'incidents sont remis à une commission, chargée d'analyser les problèmes posés de diffuser l'information et d'émettre des recommandations devant assurer une meilleure sécurité des vols.

Ces deux exemples mettent en œuvre une technique bien connue des ergonomes : l'analyse des incidents critiques. Cette méthode est utilisée en tant que technique d'analyse : l'incident y est vu comme le révélateur d'une situation de travail. L'originalité est là d'utiliser l'analyse des incidents pour générer de nouvelles règles.

Il est à noter que, dans un certain nombre d'entreprises, il existe, dans le cadre du contrôle de la qualité des produits et des procédures, une activité systématique de production de fiches d'anomalies, indiquant l'anomalie constatée, le jugement porté sur celle-ci (intervention nécessaire ou non), et les actions correctrices entreprises. Ces fiches ne sont en général pas exploitées en vue d'élaborer de nouveaux savoirs, mais elles pourraient l'être. Ceci demanderait d'une part qu'elles soient rédigées de façon différente, d'autre part que des structures (et des méthodes) permettant l'analyse soient mises en place, enfin que ces démarches ne soient pas perçues par les opérateurs comme un moyen d'évaluation de leur travail. C'est notamment l'existence de cette dernière caractéristique qui a permis que les deux exemples cités ci-dessus soient des succès.

4.1.2. L'adaptation des méthodes de développement

Un second outil organisationnel procède en intégrant dans la procédure de développement des phases consacrées à la formalisation du savoir. Un travail récent de Terveen et al. (1993) en constitue un bon exemple.

Cette étude s'est déroulée dans le contexte du développement et de la maintenance d'un grand système informatique. La taille de ce système est telle que d'une part personne ne le connaît dans son ensemble, d'autre part s'est constitué un savoir, spécifique à l'entreprise, relatif au domaine d'application (la gestion téléphonique), aux logiciels existants et aux conventions de programmation locales. Le savoir est donc distribué, détenu par bribes par les développeurs expérimentés. Le processus de développement est ainsi très dépendant de ces experts, ce qui pose de nombreux problèmes :

- l'accès au savoir est coûteux en temps, et parfois inefficace : les opérateurs peuvent ne pas arriver à déterminer qui détient l'information qu'ils recherchent. En fait, il apparaît que les opérateurs compétents sont ceux qui disposent d'un bon réseau d'experts ;
- les experts passent beaucoup de leur temps à diffuser des connaissances, au détriment de l'activité directement productive ;
- le savoir est fragile : le départ de certains opérateurs peut conduire à la perte de savoirs critiques ;
- le savoir produit lors des différentes phases du développement (conception, évaluation, tests, analyse des défauts) est souvent perdu.

Les auteurs partent de l'idée qu'un système de capitalisation du savoir doit être intégré à l'activité de conception. Ils essaient donc d'intégrer l'activité méta-fonctionnelle à l'activité fonctionnelle.

Ceci suppose l'existence d'une base de connaissances comprenant des informations pertinentes pour le traitement des problèmes rencontrés lors du développement. Dans cet objectif, les auteurs identifient un sous-domaine pertinent (les procédures de gestion des erreurs qui rendent le système tolérant aux pannes) ; les connaissances relatives à ce sous-domaine sont élicitées auprès des experts. Le processus comporte 3 phases :

- lors de la conception du "design document", les développeurs ont accès à cette base de connaissances. L'ensemble de leurs interactions avec cette base sont enregistrées automatiquement dans le "design document". De plus, le système demande aux développeurs des suggestions d'ajouts ou de modifications à apporter à la base de connaissances.
- à l'issue de cette phase de conception, une phase d'évaluation se déroule. A l'objectif classique d'évaluation du résultat de la phase précédente s'ajoute un objectif d'évaluation des annotations portées automatiquement et des suggestions des développeurs. A la suite de cette évaluation, un opérateur spécialisé dans la gestion de la base de connaissances effectue les modifications jugées souhaitables.
- lors de la troisième phase, le test du logiciel, si un problème apparaît, un rapport sur le problème et sa solution est transmis à l'opérateur responsable de la base de connaissances, pour modification de celle-ci.

L'ensemble de ce processus permet ainsi de corriger et d'étendre la base de connaissances au cours même de l'activité directement fonctionnelle. La base finalement développée comprend 3 types de connaissances :

- des connaissances expertes : ce sont les savoirs classiquement représentés dans de telles bases ;
- des connaissances d'impact : il s'agit des effets potentiels des modifications effectuées sur d'autres parties du logiciel ;

- des connaissances préventives : ces connaissances répertorient les caractéristiques du logiciel pouvant générer des erreurs, et les moyens d'éviter ces caractéristiques.

L'outil proposé par Terveen et al. est donc à la fois un outil organisationnel et un outil technologique. Nous reviendrons plus loin sur ces outils technologiques.

4.2. Les outils cognitifs

A la différence des outils organisationnels, les outils cognitifs visent fournir aux opérateurs des connaissances ou des structures de pensée leur facilitant un travail sur leur propre savoir.

4.2.1. Transformer le travail par la formation

Certains auteurs constatent l'apparition d'actions de formation dont l'objectif n'est plus seulement de changer les individus, mais aussi de changer le travail. Ces actions visent ainsi à transformer les activités fonctionnelles et les identités au travail. "La situation de travail devient situation de formation à partir du moment où l'acte de travail lui-même devient explicitement l'occasion de réflexion et de recherche de la part de ceux qui sont impliqués dans sa réalisation" (Barbier, 1992, p.19).

Les entreprises pratiquant ces nouveaux types de formation connaissent des mutations de la production (création ou redéfinition d'activités), qui rendent nécessaire une transformation des compétences. Les dispositifs de formation mis en œuvre dans cette perspective varient, mais partagent 3 points communs.

- D'une part, ils comportent un moment d'explicitation et d'analyse des processus de travail dont la transformation est visée. Ces démarches peuvent être implicites (échanges à l'intérieur de groupes instables, non formalisés) ou volontaires et conscientes de la part de l'entreprise (mise en place de groupes de projet, de groupes de coordination, de groupes métiers, de groupe qualité). L'objet du travail de ces groupes est l'examen des pratiques existantes à l'intérieur de l'entreprise et des conditions d'exercice de ces pratiques, et le repérage des possibilités d'évolution (Geslin, Leborgne, Wittorski & Joly, 1992). Ceci amène les groupes à élargir leur centre d'intérêt, au-delà du poste de travail, au processus global de production. Cette verbalisation sur le travail vise à le transformer.
- Deuxièmement, les opérateurs eux-mêmes participent à cette réflexion, et non seulement des spécialistes en organisation du travail. Cette participation des opérateurs a plusieurs conséquences :
 - elle permet que soient reconnus des savoirs jusque là ignorés ;
 - elle permet la transformation de ces savoirs en compétences utilisables pour l'action ;
 - elle favorise le partage de ces savoirs par l'ensemble des opérateurs participants au groupe de travail. Or ces participants occupent différents niveaux hiérarchiques : se constituent ainsi des savoirs collectifs, qui dépassent les seuls opérateurs directement concernés.

Ces dispositifs incluent néanmoins des acteurs spécifiques (souvent tuteurs), qui disposent d'une double compétence dans le domaine technique et dans le domaine de l'animation, l'analyse, la formation.

- Enfin, le résultat de ces dispositifs est l'émergence de nouvelles pratiques. "Tout se passe comme si les groupes, en faisant un travail d'analyse de leurs propres pratiques, développaient dans un certain nombre de cas des outils nouveaux directement utilisables par eux dans leur travail [...] Autrement dit les représentations produites [...] comportent des prévisions et la définition ou la redéfinition d'objectifs, de méthodes, de stratégies, de modes opératoires" (Barbier, 1992, pp.23-24).

Dans la perspective de ce texte, l'effet de ces formations est en fait d'encourager l'activité méta-fonctionnelle en lui offrant un lieu et un temps favorables.

4.2.2. Transformer le travail par l'auto-analyse ergonomique de l'activité

Plusieurs actions de formation ont tenté d'utiliser l'analyse ergonomique du travail comme moyen de transformation non seulement du travail, mais des opérateurs eux-mêmes.

C'est le cas en particulier du travail rapporté par C. Teiger (1993). L'objectif était de participer à la formation des opérateurs délégués aux CHS-CT (commissions hygiène et sécurité - conditions de travail), formation devant les aider à mieux comprendre le travail et ses effets, de façon à leur permettre de meilleurs diagnostics des situations de travail et des actions plus pertinentes.

L'hypothèse de ce travail était que l'apprentissage des méthodes et concepts de l'analyse ergonomique du travail pouvait aider les opérateurs à atteindre les objectifs ci-dessus, en transformant leur regard sur le travail. L'analyse du travail est vue ainsi comme un outil cognitif mis à la disposition des opérateurs.

La méthode a consisté à demander aux opérateurs d'effectuer une auto-analyse de leur propre travail, auto-analyse assistée par un ergonome. Les principales difficultés proviennent du fait que les compétences mises en œuvre sont souvent des compétences agies, non conscientes (selon les auteurs, la terminologie varie : on parle de connaissances implicites, inconscientes, en actes, incorporées). Ces compétences sont donc difficilement verbalisables. Or ce sont celles-ci qu'il faut mettre en mot. Comme l'énonce Teiger : "il faut provoquer la découverte par le narrateur de ce qu'il ne sait pas qu'il sait".

C. Teiger identifie plusieurs niveaux de difficulté de l'expression, selon que les compétences sont :

- conscientes mais jamais encore verbalisée : difficulté de mise en mots
- inconscientes mais conscientisables : celles-ci demandent un travail d'auto-analyse pour être verbalisées
- enkystées : connaissances inexactes, stéréotypées, qu'il faut déconstruire
- "résistantes" : il s'agit de connaissances que l'opérateur a du mal à verbaliser parce qu'elles rentrent en contradiction avec certaines contraintes institutionnelles (par exemple, lorsque les pratiques à verbaliser sont officiellement interdites) ou affectives
- indicibles : il s'agit d'activités sensori-motrices ou cognitives conscientes, mais devenues inexprimables, notamment pour des raisons d'automatisation poussée
- autocensurées : il s'agit par exemple de compétences omises parce que l'opérateur pense ne pas pouvoir agir sur elles.

L'interaction entre le narrateur et l'ergonome revêt dans ces situations de formation une importance cruciale. Le narrateur revit son activité et tente de la commenter. L'ergonome demande des précisions sur les activités physiques et mentales mises en jeu (informations temporelles, spatiales), sur les moyens matériels utilisés, sur les facteurs de variation possibles, sur la structure temporelle des actions, sur les conséquences de l'activité sur l'opérateur. Par cette maïeutique, les opérateurs découvrent graduellement la complexité de leur propre activité, et apprennent à porter un autre regard sur celle-ci et sur l'activité d'autrui.

Les opérateurs acquièrent ainsi une capacité à la réflexion critique sur le travail. C'est cette acquisition d'un nouvel outil cognitif, permettant de se distancier par rapport au travail, qui rattache ces recherches au thème de ce texte. Connaître l'analyse du travail, c'est disposer d'un outil pour l'activité méta-fonctionnelle.

Ces travaux sont à rapprocher des constatations de N. Carbonell (1984) lors d'études de recueil d'expertise. Cet auteur remarque que des experts impliqués dans un travail d'élicitation de leurs compétences développent des connaissances nouvelles, du fait même de la méta-réflexion qui leur est demandée à cette occasion. Cette tâche d'explicitation favorise le développement des savoirs des opérateurs. Un travail récent sur l'utilisation de l'analyse du travail dans le cadre de situations de formation s'inscrit aussi dans cette perspective.

4.3. Les outils technologiques

On a déjà examiné plus haut un premier exemple d'outil technologico-organisationnel. On abordera d'abord dans cette section la réponse classiquement apportée à la question de la gestion des connaissances, à savoir le développement de systèmes à base de connaissances, dont une critique sera proposée. On examinera des propositions pour l'aide à l'abstraction des connaissances et l'exploration de l'univers technique.

4.3.1. Des bases de connaissance ?

La réponse la plus fréquemment avancée ces dernières années à la question de la gestion des connaissances a été le développement de bases de données (e.g. Bubenko, 1991) ou de systèmes à base de connaissance. C'est par exemple ce que suggèrent Poitou et Chabot (1991), qui proposent un outil d'aide au recueil des connaissances de l'entreprise, l'idée étant de transférer cet outil (mi-méthodologique, mi-logiciel) à l'organisation afin que celle-ci photographie elle-même ses connaissances.

Après avoir abordé les difficultés de l'extraction des connaissances, Poitou et Chabot soulignent la nécessité de réunir et maintenir les connaissances de l'entreprise. Les systèmes experts sont, dans cette perspective, une étape. Les auteurs proposent l'idée de base (de connaissance) technologique, rassemblant l'ensemble du patrimoine technique de l'entreprise : c'est "l'idée d'un fonds de connaissances, qui sont le patrimoine où puisent les agents pour accomplir leurs pratiques productives, et d'un ensemble d'éléments de connaissances organisé dans des relations telles que chacun concourt au fonctionnement et à la signification des autres". Les auteurs proposent ainsi d'aller vers des outils de gestion collective des connaissances.

Cependant, trois aspects cruciaux semblent négligés ou sous-estimés.

Tout d'abord, l'intégration de l'utilisation de cette base dans le travail : quel serait le rôle de cette base dans le traitement des problèmes par l'opérateur ? Pour qu'une telle base soit utile, il faut certes qu'elle dispose des connaissances utiles, mais aussi que sa consultation soit intégrée à l'activité de travail. On constate en effet parfois que le problème d'accès au savoir ne provient pas du fait que ce savoir n'est pas formalisé sur un support, mais que la consultation de ce support est trop coûteuse, oblige à un détour de l'activité trop important.

Ensuite, la nécessité d'évolution constante d'une telle base : si on veut éviter le caractère figé des systèmes experts, c'est-à-dire l'aspect "photographie d'un état des connaissances à un moment donné", il est nécessaire qu'une telle base soit évolutive, qu'elle soit enrichie quotidiennement des nouvelles connaissances produites par l'entreprise. Cet enrichissement peut-il (doit-il) être contrôlé ? Comment s'intègre-t-il au travail productif ?

Enfin, le contenu d'une telle base : qu'entend-on exactement par connaissance ? Parmi ce qui est produit et conservé par l'entreprise, on trouve :

- des connaissances élaborées pour des raisons juridiques contractuelles (par exemple la description du produit livré et de son mode de fabrication), qui sont vraisemblablement peu utiles pour les opérateurs ;
- des connaissances "finales" : c'est l'état final du produit élaboré qui est conservé, non le raisonnement qui a conduit à son élaboration. Or on peut penser que c'est justement dans ce raisonnement et dans ses méandres (élimination d'hypothèses) que se situe la construction de connaissances. On voit là, outre un phénomène bien connu des spécialistes du recueil des connaissances : la linéarisation du raisonnement, un phénomène additionnel : la disparition des connaissances justificatives. Seul le résultat final apparaît.

Ceci explique que bien souvent les opérateurs préfèrent, plutôt que consulter les documents relatifs aux cas traités dans le passé, s'adresser directement à ceux d'entre eux qui ont eu à connaître ces cas : c'est auprès d'eux qu'ils pourront obtenir les connaissances pertinentes, qui leur permettront d'éviter les fausses pistes, de comprendre la justification des choix effectués et de gagner du temps. Les éléments du savoir technique à conserver ne sauraient être uniquement les spécifications initiales des problèmes posés et les solutions finalement choisies.

4.3.2. Des systèmes d'aide à l'abstraction

Les propositions de développement de base de connaissances partent d'une hypothèse implicite, qui est que les connaissances existent et qu'il suffit de les recueillir auprès des opérateurs compétents. Certes, ce processus est parfois délicat (cf. l'abondante littérature sur l'élicitation des connaissances) mais peu importe : l'information est là.

Ceci est probablement exact dans un certain nombre de situations, mais ne l'est pas toujours. Comme on l'a vu en introduction, il est des situations où le caractère non répétitif de l'activité handicape l'élaboration de connaissances abstraites. Les opérateurs mémorisent les cas qu'ils ont traités, mais ne sont pas toujours capables d'abstraire des connaissances plus générales à partir de ces cas. L'apprentissage par l'action, dont on sait qu'il n'est pas un mécanisme simple (cf. la revue de questions d'Aschehoug, 1992, sur l'apprentissage par la découverte), est ici rendu particulièrement délicat.

Quelle aide apporter à l'opérateur dans ces situations ? L'idée pourrait être de concevoir une aide interactive à l'abstraction, permettant d'assister l'opérateur pour la construction de catégories abstraites et la récupération des cas analogues (Falzon & Visser, 1989).

L'assistance à l'abstraction procéderait de la façon suivante. L'opérateur déclarerait d'abord une similarité entre deux cas. Le système élaborerait ensuite une représentation abstraite commune des deux cas, en se fondant sur les attributs de ces cas tels qu'ils auront été décrits par l'opérateur. Cette représentation abstraite serait ensuite positionnée par le système dans l'arbre (ou le réseau) de représentations existant. La représentation abstraite et sa position devront être avalisées par l'opérateur, ceci pour deux raisons.

En premier lieu parce que certains des attributs utilisés par le système pour construire cette représentation abstraite peuvent ne pas être pertinents. Par exemple, les deux descriptions peuvent fournir la même valeur pour un attribut (e.g. la valeur "jaune" pour l'attribut "couleur"), sans que la valeur ou l'attribut ne soit pertinents dans le contexte de la tâche.

En second lieu parce que lors du positionnement d'un cas nouveau, le système peut souhaiter modifier la hiérarchie existante. Ces modifications peuvent ne pas être souhaitables. Par exemple, supposons que le système doive catégoriser un nouvel oiseau "autruche" et découvre que cet oiseau ne vole pas. Supposons que le système dispose déjà d'une catégorie "oiseau", qui spécifie que les oiseaux volent. Le système pourrait alors proposer de créer deux nouvelles catégories (sous "oiseau"), les oiseaux qui volent et ceux qui ne volent pas, et ranger "autruche" dans la seconde de ces catégories. Cependant une autre solution est possible : conserver l'ancien système de classification, et déclarer "autruche" comme un cas particulier d'oiseau, qui ne vole pas, c'est-à-dire donc créer une exception. Or il n'y a pas de bonne réponse formelle à cette alternative : le choix dépend de la tâche. L'opérateur est donc le meilleur juge de la solution à adopter.

Supposons maintenant que l'opérateur ne sache pas s'il a ou non déjà rencontré un cas analogue. Les résultats expérimentaux ont démontré que l'identification d'analogies peut être une tâche complexe, en particulier lorsque les différences de surface entre les cas sont importantes (Holyoak & Koh, 1987; Ross, 1987). L'opérateur peut ne pas arriver à se remémorer un cas analogue. Le système pourrait alors fournir une aide à la récupération des cas. Il demanderait d'abord à l'opérateur de décrire le cas présent. Ce processus serait facilité par un guidage de l'opérateur, le système proposant des attributs de description. A partir de cette description, le système sélectionnerait des cas ressemblants ou des catégories potentielles, qu'il demanderait à l'opérateur de valider.

On voit donc que, y compris dans ces situations de non-répétitivité, il est possible d'envisager le développement de systèmes d'assistance à l'activité méta-fonctionnelle. Le lecteur intéressé pourra consulter le numéro spécial de la revue *Human-Computer Interaction* consacré au "Design rationale", qui présente différents points de vue et réalisations destinées à retracer l'histoire des processus de conception ou à formaliser les décisions intervenues lors des processus de conception et leurs justifications (*Human-Computer Interaction* , 6, 3-4, 1991).

Les propositions ci-dessus sont fort proches de certains travaux actuels sur l'interaction coopérative avec les systèmes d'acquisition automatique (Mephu Nguigo & Sallantin, 1993 ; Nédellec, 1993). Ces systèmes sont supposés extraire des connaissances générales à partir de cas qui leur sont fournis. Alors qu'ils sont supposés opérer automatiquement, on constate en

pratique qu'ils doivent souvent faire appel à un opérateur spécialiste. Se dessine donc une situation où opérateur et système d'apprentissage interagissent pour produire du savoir.

4.3.3. Des systèmes d'exploration de l'univers technique

D'autres propositions d'assistance technologique aux activités méta-fonctionnelles ont vu le jour dans des situations de contrôle de processus complexes, pour répondre à la difficulté de prévoir l'ensemble des cas pouvant se produire.

Les systèmes d'aide à la conduite (aides logicielles, consignes et procédures prescrites) ne peuvent en effet garantir que l'ensemble des pannes aient été prévues. Les opérateurs de contrôle de processus doivent donc être capables de gérer des situations imprévisibles, pour lesquelles ils ne disposeront pas d'aides formalisées. La question est de savoir comment les préparer à faire face à ces situations.

La solution qui a été longtemps préconisée consiste à diminuer l'aide aux situations habituelles, l'idée étant que le fait de traiter les problèmes habituels constitue une bonne préparation pour le traitement des cas inhabituels. Cependant, selon Bisseret (1984), il s'agit là d'une erreur. L'activité opérative ne prépare pas obligatoirement à résoudre des problèmes nouveaux, et peut même selon certains auteurs (Ochanine, 1978) constituer une gêne : la sur-opérativisation du comportement peut favoriser une identification erronée de la situation ; l'opérateur ne parvient alors plus à reconnaître que la situation est nouvelle.

Des réponses convergentes ont été apportées par différents auteurs pour résoudre ces paradoxes (Rasmussen, 1980; Bisseret, 1984; Woods & Roth, 1988). Ces auteurs soulignent que l'objectif est de favoriser un apprentissage spécifique au traitement des situations nouvelles, et pour cela de définir des méthodes et des outils permettant cet apprentissage.

Woods & Roth (1988) proposent ainsi une assistance "off-line" par l'apprentissage par exploration: il s'agit de développer des simulateurs qui soient manipulables par les utilisateurs de façon à découvrir les propriétés du monde en question. Ces simulateurs diffèrent des simulateurs usuels par deux aspects:

- d'une part ils doivent permettre d'expérimenter des situations, des stratégies, des options (que se passerait-il si telle action était entreprise?);
- d'autre part, ils doivent être dotés d'une capacité de manipulation directe du modèle du monde sous-jacent (ce qui n'est pas possible sur les simulateurs traditionnels), e.g. modification d'une variable par une autre et visualisation du comportement résultant du système.

Les propositions de Bisseret (1984) sont très proches. Il parle de "système expert d'apprentissage par la recherche", et examine différents travaux dont un tel système pourrait s'inspirer, notamment dans le domaine de la psycho-pédagogie.

Il est à noter que cette fonction d'apprentissage par exploration et manipulation du monde correspond à une activité informelle fréquente: on constate en effet, lors des pauses ou en période de sous-charge, l'apparition de dialogues méta-fonctionnels, qui portent non sur le traitement d'un problème immédiat, mais sur les conditions d'exécution de l'activité ou encore sur les connaissances ou procédures utilisées.

5. Conclusion

L'ergonomie s'est jusqu'à présent trop peu intéressée à ces activités méta-fonctionnelles. Beaucoup reste donc à faire pour une compréhension des mécanismes en jeu et pour la définition des outils organisationnels, cognitifs et techniques nécessaires.

On constate en revanche une prise de conscience de plus en plus nette du besoin social sous-jacent : maintien, développement, transfert, accès au savoir technique. La condition pour que ce besoin puisse être satisfait est d'aboutir à une "reconnaissance des temps hors production comme partie intégrante de l'activité professionnelle" (Berton, 1992, p.4). C'est cette position que défendait déjà Bisseret (1984) lorsqu'il plaidait pour le développement de systèmes experts d'apprentissage par la recherche, et qu'il soulignait que le temps d'utilisation de ces outils devait faire partie du temps considéré comme productif : la réflexion sur le travail, l'activité méta-fonctionnelle est une activité opérationnelle.

En conclusion, cette problématique peut être élargie aux activités des ergonomes eux-mêmes. L'ergonomie est une discipline qui se construit en grande partie sur le terrain, dans des interventions concrètes, qui souvent ne partagent que peu de rapports entre elles. Les facteurs de variation sont en effet nombreux : facteurs individuels, sociaux, organisationnels, technologiques, culturels. L'exploitation de ces interventions, comme autant de "problèmes" (plus ou moins bien) traités, peut sembler délicate : comment abstraire des connaissances à partir d'expériences aussi dissemblables ?

C'est pourtant une nécessité pour l'ergonomie (Falzon, 1993). C'est au prix de cette réflexion sur la pratique, d'essais de généralisation, de la recherche d'invariants quand cela est possible, que se construit notre compétence disciplinaire.

Références

- Aschehoug, F. (1992) L'apprentissage par la découverte de connaissances procédurales. *L'Année Psychologique*, 92, 421-442.
- Barbier, J.M. (1992) *La recherche de nouvelles formes de formation par et dans les situations de travail*. Note au PIRTTEM. Septembre 1992.
- Barr, A. & Feigenbaum, E.A. (1981) *The Handbook of Artificial Intelligence. Volume 1*. Los Altos : William Kaufmann.
- Berton, F. (1992) Le travail peut-il être formateur ? *CEREQ BREF Bulletin de Recherche sur l'Emploi et la Formation*, 79, 1-4.
- Bisseret, A. (1984) Expert computer-aided decision in supervisory control. *Proceedings of IFAC'84*, Budapest, 2-6 Juillet 1984.
- Bubenko, J.A. (1991) *Towards a corporate knowledge repository*. Report 91-023-DSV. Stockholm : Royal Institute of Technology, Department of Computer and Systems Sciences.
- Carbonell, N. (1984) Acquisition et formalisation du raisonnement dans un système expert de lecture de spectrogrammes vocaux. *Colloque de l'Association pour la Recherche Cognitive*. Orsay.
- Falzon, P. (1993) Médecin, pompier, concepteur - L'activité cognitive de l'ergonome. *Performances Humaines et Techniques*.
- Falzon, P. & Visser, W. (1989) Variations in expertise : Implications for the design of assistance systems. In G. Salvendy & M.J. Smith (Eds) *Designing and using human-computer interfaces and knowledge-based systems*. Amsterdam : Elsevier.
- Geslin, M.-P., Leborgne, C., Wittorski, R. & Joly, N. (1992) *La recherche de nouvelles formes de formation par et dans les situations de travail. Axe 3 : Les conditions de fonctionnement des dispositifs*. Note au PIRTTEM. Septembre 1992.
- Holyoak, K.J. & Koh, K. (1987) Surface and structural similarity in analogical transfer. *Memory and Cognition*, 15 (4), 332-340.
- Juniet, V. (1993) *Elaboration d'une mémoire portative en recherche de panne. Une activité méta-fonctionnelle*. Mémoire de DEA d'ergonomie (CNAM, EPHE, U. de Toulouse).
- Magaud, J. & Sugita, K. (1991) *France-Japon : Un produit, deux façons de faire*. Dossier de Recherche n°43. Noisy Le Grand : Centre d'Etudes de l'Emploi.
- Mephu Nguigo, E. & Sallantin, J. (1993) Bien abstraire pour expliquer. Bien expliquer pour abstraire. In : L. Karsenty & Brézillon, P. (Eds) *Actes de la Journée "Explication et coopération homme-machine : vers la co-construction d'explications"* , Rapport de recherche n°105. Paris : Laboratoire d'Ergonomie du CNAM.
- Minguy, J.L. (1992) Quels outils d'aide à la conduite du train de pêche? Apports de l'analyse de l'activité à la conception de l'instrumentation en passerelle de navires de pêche. *2ème colloque international "Sécurité et Conditions de Travail à bord des navires de pêche"*, Bamio, Espagne, 15-17 septembre 1992.
- Minguy, J.L. & Rabardel, P. (1992). Control of a fishing trawl : a multi-instrument process control situation. *5th IFAC/IFIP/IFORS/IEA Symposium on the Analysis, Design, and Evaluation of Man-Machine Systems*, 9-11 juin 1992, the Hague, Netherlands.

- Ochanine, D. (1978) Le rôle des images opératives dans la régulation des activités de travail. *Psychologie et Education*, 3, 63-79.
- Nédellec, C. (1993) Un système coopératif d'apprentissage s'explique. In : L. Karsenty & Brézillon, P. (Eds) *Actes de la Journée "Explication et coopération homme-machine : vers la co-construction d'explications"* , Rapport de recherche n°105. Paris : Laboratoire d'Ergonomie du CNAM.
- Poidevin, S. (1993) *Modalités du diagnostic téléphonique en situation d'urgence. Le cas des sapeurs pompiers stationnaires dans un centre de traitement de l'alerte*. Mémoire de DEA d'Ergonomie. Paris : Laboratoire d'Ergonomie du CNAM.
- Poitou, J.-P. & Chabot, R. (1991) Vers un outil de gestion des connaissances. In D. Herin-Aime, R. Dieng, J.-P. Regourd & J.-P. Angoujard (Eds.), *Knowledge modelling and expertise transfer*. Amsterdam : IOS Press.
- Rasmussen, J. (1980) What can be learned from human error reports? In K.D. Duncan, M.M. Gruneberg & D. Wallis (Eds.), *Change in working life*. New York: Wiley.
- Rasmussen, J. (1983) *Information processing and human-machine interaction. An approach to cognitive engineering*. Amsterdam : North Holland.
- Ross, B.H. (1987) This is like that: the use of earlier problems and the separation of similarity effects. *Journal of Experimental Psychology: Learning, memory and cognition*, 13 (4), 629-639.
- Six, B. (1993) *L'auto-analyse ergonomique du travail*. Mémoire de DEA d'ergonomie (CNAM, EPHE, U. de Toulouse).
- Teiger, C. (1994) Parler quand même! In J. Boutet (Ed.), *Paroles au travail*. (à paraître)
- Teiger, C. (1993) Représentation du travail - Travail de la représentation. In D. Dubois, P. Rabardel & A. Weill-Fassina (Eds) *Représentations pour l'action*. Toulouse : Octarès.
- Terveen, L.G., Selfridge, P.G. & Long, M.D. (1993) From "folklore" to "living design memory". *Proceedings of InterCHI'93*, 24-29 Avril 1993, Amsterdam, Netherlands.
- Valot, C. (1990) Les méta-connaissances de l'opérateur sur ses propres compétences, ou : quels problèmes saurais-je résoudre ? *ERGO-IA'90*, Biarritz, France, 19-21 Septembre 1990.
- Woods, D.D. & Roth, E.M. (1988) Aiding human performance II: From cognitive analysis to support systems. *Le Travail Humain*, 51(2), 139-172.