

Analyse de l'activité et coopération des acteurs de la conception

Geneviève Filippi, Yvon Haradji and Thérèse Villame

Volume 50, Number 4, 1995

L'ergonomie et les relations industrielles
Ergonomics and Industrial Relations

URI: <https://id.erudit.org/iderudit/051054ar>
DOI: <https://doi.org/10.7202/051054ar>

[See table of contents](#)

Publisher(s)

Département des relations industrielles de l'Université Laval

ISSN

0034-379X (print)
1703-8138 (digital)

[Explore this journal](#)

Cite this article

Filippi, G., Haradji, Y. & Villame, T. (1995). Analyse de l'activité et coopération des acteurs de la conception. *Relations industrielles / Industrial Relations*, 50(4), 789–810. <https://doi.org/10.7202/051054ar>

Article abstract

This article is based on three empirical studies carried out in different work environments: metropolitan traffic control, car driving and software design. The article illustrates how ergonomics can contribute to different stages of design processes.

Activity-centered design is described first. Designing truly supportive technologies requires an understanding of the user's actual activity. Therefore, it is necessary for ergonomists to collect data on natural work situations and to propose descriptions (sometimes models) which are useful to cooperate with designers. Ergonomic studies may be carried out throughout the whole design process or they may be developed at specific stages of the process.

The first study emphasizes the significance of analyzing collective work in order to define future metropolitan traffic control rooms. The characteristics of the collective handling of disruptions in traffic control rooms orient the design of new tools favouring cooperation and communications. We briefly present one of the proposals we have put forward: a device enhancing the computer system that is able to support the individual monitoring of an incident, as well as the collaborative supervision of train movements.

The second study stresses the relevance of considering the evaluation of a support system in a realistic situation. The purpose was to evaluate how the drivers assimilated the "Autonomous Intelligent Cruise Control" System in their activities, and the actual support provided to them by the system. The methodology consisted in the observation of the drivers' behaviour during a highway trip of 900 km. The results of the activity analysis and the ergonomic approach allowed modifications of the designers' views on several points. In short, we have stressed the role of the driver throughout the design process, and demonstrated the limitations of the designers' views.

The last study shows the importance of activity analysis in the different phases of a software design process. This study is an important illustration of how participants cooperate and how this cooperation evolves at each step of the process. Cooperation between the participants is studied in relation to a particular programme (the definition of a design methodology for a software help package). Three phases are detailed: the definition phase of the functional requirements, based on the analysis of the activity, in order to favour innovating proposals; the specification phase, based on a modeling of the activity (in our case, the modeling of human help), aimed at a precise software model, complete and consistent with the user's needs; the design phase, aimed at the definition of technical solutions consistent with the functional requirements. This latter phase saw the design of a dialogue prototype from which an ergonomic experiment was developed.

In conclusion, we stress the need for collaboration between all the participants in the design process: users, ergonomists and designers who will need to confront and coordinate their points of view in seeking to transform the "work situation". Such cooperation has a strong influence on the behaviour of all the participants: the designer should broaden his or her approach, and should not adhere to a purely technical vision; the user, on the other hand, is not a mere executant, and should be involved in the different phases of the design; and the ergonomist cannot be concerned only with the end product, but has to be involved as early as possible in the design phase.

Analyse de l'activité et coopération des acteurs de la conception

GENEVIÈVE FILIPPI

YVON HARADJI

THÉRÈSE VILLAME

Le processus de conception d'une situation de travail résulte de la coopération de plusieurs acteurs (opérateurs, concepteurs, ergonomes). À travers trois études, nous illustrons le fait que les résultats de l'analyse de l'activité sont essentiels pour orienter le processus de conception, mais aussi pour favoriser la coopération des acteurs. La première étude met l'accent sur l'intérêt d'une analyse de l'activité collective en vue de la définition des nouvelles salles de régulation du trafic urbain. La deuxième étude souligne l'intérêt pour les concepteurs de réaliser l'évaluation d'un système d'assistance en situation réaliste d'utilisation. La troisième étude montre le rôle moteur que joue l'analyse de l'activité aux différentes phases d'un processus de conception informatique.

Depuis quelques années, l'ergonomie intervient de plus en plus tôt dans le processus de conception des situations de travail, alors qu'auparavant elle consistait principalement à diagnostiquer des dysfonctionnements et à apporter des recommandations de correction. À travers trois études portant sur des domaines techniques différents (contrôle du trafic métropolitain, conduite automobile et application informatique), nous voulons illustrer ici comment les résultats de l'analyse de l'activité vont orienter le processus de conception et modifier la coopération des acteurs de la conception.

- FILIPPI, G. et Y. HARADJI, CNRS-URA 1975, Langages, cognitions, pratiques, ergonomie (LCPE), Paris, France.

VILLAME, T., Renault, Direction de l'ingénierie véhicule, Ergonomie, Rueil Malmaison, France.

Dans une première section, nous présentons ce que nous entendons par conception centrée sur l'activité des opérateurs. Trois études sont ensuite décrites : la première met l'accent sur l'analyse de l'activité menée avant un processus de conception, en vue de façonner le point de vue des concepteurs ; la deuxième souligne l'intérêt de l'évaluation d'un système d'assistance en situation réaliste d'utilisation et montre les transformations de points de vue que cela engendre pour les concepteurs, et la dernière montre comment les résultats de l'analyse de l'activité deviennent un cadre de référence aux différentes phases d'un processus de conception informatique.

LA CONCEPTION CENTRÉE SUR L'ACTIVITÉ DES OPÉRATEURS

La conception en termes d'aide

Un courant de recherche se développe actuellement en faveur de la conception de situations de travail en termes d'aide qui pose la question du type d'assistance dont les opérateurs ont besoin dans leur travail. De nombreux auteurs constatent un déséquilibre entre l'avancement de la technologie, qui permet de construire des machines d'une très grande puissance, et un problème qui reste toujours à résoudre : comment concevoir des outils qui aident réellement le travail ? Il est possible de distinguer deux approches de la conception, décrites sous forme de métaphores : celle de la prothèse cognitive et celle de l'aide.

Selon Woods et Roth (1988), l'approche la plus courante pour concevoir un système est de le concevoir comme une prothèse cognitive, c'est-à-dire comme un outil remédiant à la déficience humaine. Le but du processus de conception est alors de développer une machine autonome où l'opérateur humain joue un rôle d'interface entre cette machine et l'environnement : il sert surtout à fournir des données au système et à agir selon ses instructions. L'hypothèse sous-jacente à la conception en termes de prothèse est que l'opérateur humain est peu fiable et sujet aux erreurs du fait de ses capacités limitées.

À l'instar d'autres auteurs, Theureau (1992) met l'accent sur la contradiction qui résulte de cette approche de la conception : l'opérateur tend à perdre la maîtrise de son travail et donc de sa compétence, mais lorsque le système ne peut pas résoudre un problème (panne ou impossibilité technique), l'opérateur doit jouer le rôle d'un super expert. C'est pourquoi, de nombreux auteurs (Pinsky et al. 1979 ; Norman 1986 ; Theureau 1993 ; Cahours et Falzon 1991) proposent une approche alternative, qui consiste à considérer l'opérateur comme un acteur qui a besoin d'être aidé dans ses raisonnements et ses décisions. Concevoir en termes

d'aide, c'est donner le moyen à un opérateur compétent d'effectuer quelque chose. Cette perspective met l'accent sur le rôle actif de l'opérateur et sur l'importance de sa capacité d'adaptation.

Pour concevoir en termes d'aide, il faut connaître l'activité réelle des opérateurs

La conception d'une situation d'aide exige une connaissance de l'activité réelle des opérateurs. Comme le souligne Suchman (1990), l'activité d'un opérateur n'est pas prédéterminée, mais elle se construit progressivement au gré des circonstances particulières, c'est-à-dire qu'elle est située et complexe. Adoptant ce point de vue, nous abordons l'activité en situation réelle en faisant plusieurs hypothèses sur les phénomènes la caractérisant :

- les actions sont significatives pour les opérateurs ; ils peuvent les raconter et les commenter eux-mêmes. Ainsi, les commentaires de l'opérateur sur le déroulement de ses actions et communications sont au cœur de notre analyse de l'activité ;
- les actions sont sociales, elles comprennent les communications car un opérateur est rarement seul ; il est le plus souvent en interaction avec autrui. Il est donc nécessaire d'enregistrer les communications verbales si l'on veut comprendre l'interaction avec les autres opérateurs ;
- les actions s'organisent dynamiquement, c'est-à-dire que les actions ne sont pas isolées mais sont incluses dans des unités significatives pour l'opérateur et s'enchaînent en un tout cohérent. C'est pourquoi nous privilégions les observations de l'activité menées en continu ;
- les actions s'accompagnent de phénomènes cognitifs, elles sont liées aux raisonnements et aux prises de décisions des acteurs. C'est pourquoi l'analyse doit englober les actions, les communications, les interprétations et des sentiments.

Pour aborder l'ensemble de ces phénomènes nous articulons deux types de données : d'une part, les données d'observation des actions et des communications (recueillies par magnétophone, caméra vidéo, etc.), d'autre part, des verbalisations provoquées par l'ergonome (verbalisations simultanées ou entretiens d'autoconfrontation) où la parole de l'acteur est essentielle pour comprendre son action.

Dans les trois études présentées, l'analyse des données ainsi recueillies a pour visée de rendre compte de la façon dont un opérateur raisonne et organise dynamiquement son activité en interaction avec les différents éléments de la situation, y compris les autres opérateurs. Cette analyse se fonde sur l'hypothèse selon laquelle aucune action n'est isolée, mais

incluse dans un ensemble d'actions, de communications et d'interprétations, organisées de façon cohérente par l'opérateur. Il s'agit alors, pour l'analyste, d'identifier les différentes unités d'actions et de communications en recherchant leur signification pour l'acteur, et de mettre en évidence l'enchaînement de ces unités en fonction du contexte. En procédant à ce type d'analyse sur plusieurs protocoles de données, se dégagent des régularités propres à chaque situation de travail.

Cette analyse fournit une description intrinsèque de l'activité, c'est-à-dire basée sur le point de vue de l'acteur. Elle doit être articulée à une deuxième description qui porte sur les déterminants de l'activité appartenant à la situation de travail (contraintes de l'environnement technique, règlements, etc.)¹.

L'analyse de l'activité : un objet de coopération des acteurs de la conception

L'intervention ergonomique peut accompagner l'ensemble du processus de conception ou bien se développer plus particulièrement à l'une de ses phases, telles que l'élaboration du projet, la définition des fonctions du système technique et les caractéristiques générales de l'environnement et de la population d'opérateurs, la spécification du système, l'implantation et la validation du système installé. Pour remédier au manque de prise en compte de la dimension humaine lors de la conception des systèmes techniques, de plus en plus d'ergonomes préconisent d'intervenir au plus tôt dans le processus de conception. Cependant, on se trouve alors face à un paradoxe qu'expliquent Theureau et Pinsky (1984) : « pour dire quelque chose de réellement fondé sur une situation de travail, il faut attendre qu'elle soit complètement conçue, mais alors il est trop tard pour intervenir dans la conception ». Pour dépasser ce paradoxe, ces auteurs proposent une approche itérative où l'on analyse des situations de travail qui se rapprochent de plus en plus de la situation future.

À toutes les phases d'un processus de conception itératif se coordonnent les apports des concepteurs, des opérateurs et des ergonomes. Le point de vue particulier de chaque acteur est relatif à son rôle dans le processus de conception. Les concepteurs ont une meilleure connaissance des possibilités et des contraintes techniques. Les opérateurs ont une meilleure connaissance des aspects significatifs de leur activité et de la généralisation possible des résultats d'une analyse de l'activité effectuée par les ergonomes. Ces derniers ont les connaissances et les méthodes qui

1. Le lecteur intéressé par une présentation complète des concepts et méthodes pour une telle analyse de l'activité pourra se reporter à Theureau et Jeffroy (1994). Cet ouvrage présente le cadre théorique et sa mise en œuvre dans plusieurs projets d'informatisation.

permettent une formalisation opératoire des aspects significatifs de l'activité. Ils apportent également une meilleure connaissance des aspects non significatifs de l'activité et des effets à long terme sur la santé et la sécurité. L'analyse de l'activité joue un rôle central dans cette dynamique de conception car elle est un objet de coopération des différents acteurs de la conception. Les trois études présentées portent essentiellement sur ce point.

Il faut noter que la conception d'une situation de travail consiste rarement en la création d'une situation entièrement nouvelle, mais plutôt d'une évolution plus ou moins importante d'une situation existante. Il est donc possible d'aborder l'activité au préalable du processus de conception, dans une situation de référence sans le nouveau système technique, afin de prendre en compte les caractéristiques de l'activité, les besoins et les difficultés des opérateurs lors de la conception. L'analyse de l'activité, à ce moment de la conception, est le résultat d'une coopération étroite entre opérateurs et ergonomes et a pour finalité d'aider les concepteurs à élaborer leurs premières orientations de conception (cahier des charges). La première étude présentée ci-dessous, portant sur l'analyse de l'activité de régulation du trafic du réseau express régional (RER), obéit à cette démarche.

L'intervention ergonomique peut être également sollicitée lors d'une des dernières phases du processus de conception, celle de l'évaluation d'un prototype. Par une analyse de l'activité des opérateurs utilisant le nouveau système technique, l'ergonome peut fonder un pronostic sur la situation future et ainsi formuler une contribution effective à la conception. La deuxième étude, portant sur la validation d'un système d'assistance à la conduite, correspond à ce type d'intervention.

Il est aussi possible d'engager plusieurs phases d'analyse de l'activité articulées aux phases du processus de conception. L'analyse de l'activité sert à construire et à valider des hypothèses pour progressivement anticiper ce que sera la nouvelle situation de travail. Ainsi, les résultats de l'analyse de l'activité seront spécifiés selon les objectifs des différentes phases du processus de conception (cahier des charges, spécifications, etc.) et serviront de cadre de réflexion organisant la coopération des différents acteurs de la conception (concepteurs, opérateurs et ergonomes). La troisième étude présentée dans ce texte, portant sur la conception d'une aide informatique à l'utilisation d'un logiciel, illustre ce type de contribution ergonomique à un processus de conception.

UNE INTERVENTION ERGONOMIQUE PRÉALABLE AU PROCESSUS DE CONCEPTION

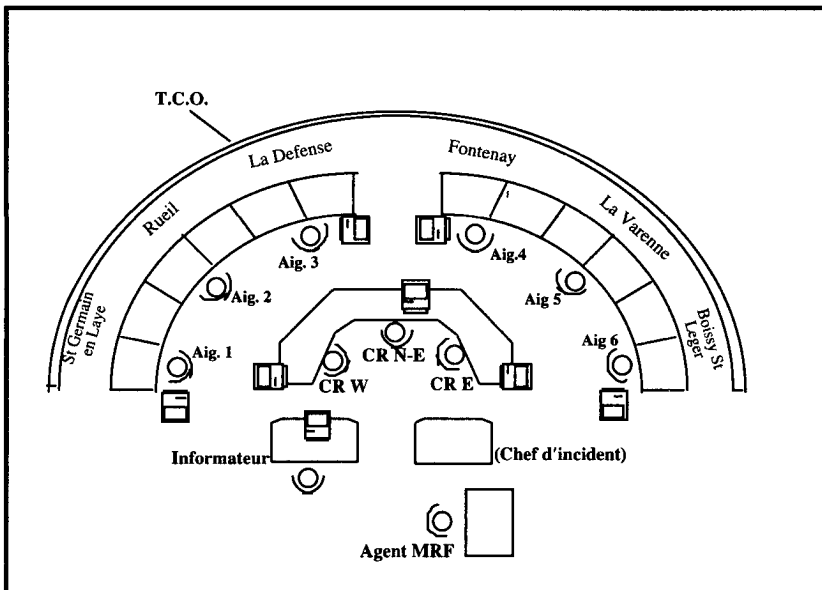
Avec cette première étude, nous montrons qu'une analyse de l'activité, menée en préalable à un projet de conception, est utile pour orienter les

premières orientations de conception qu'envisageront les concepteurs. En effet, l'étude présentée ici, n'est pas articulée à un projet précis, mais s'est déroulée dans un contexte d'évolution de la technologie des systèmes d'exploitation et de régulation des transports urbains, avec notamment le développement de plusieurs lignes de métro automatisées qui posent de nouveaux problèmes de régulation. En ce sens, elle constitue une étude exploratoire prospective pour la définition et la conception des nouvelles salles de régulation du trafic métropolitain.

Cette étude a concerné la salle de commande d'une ligne de métro rapide de banlieue², lors de son transfert dans une salle plus vaste du fait du prolongement de la ligne vers Eurodisneyland (figure 1). Face à la densité du trafic et la nécessité de fournir une offre de transport très fiable à un nombre toujours croissants de passagers, le dispositif technique de régulation s'est progressivement modernisé : ainsi, un système informatique de suivi des trains s'est ajouté au synoptique mural (TCO³) représentant la circulation des trains en temps réel.

FIGURE 1

La salle de commande de régulation du trafic métropolitain



2. Il s'agit de la ligne A du RER (réseau express régional) de la région parisienne (France).

3. TCO : tableau de contrôle optique.

La régulation du trafic métropolitain dans une salle de commande implique les interventions intriquées d'environ une douzaine d'agents : trois chefs de régulation en charge chacun d'un tronçon de la ligne divisée en secteurs géographiques, cinq à sept aiguilleurs s'occupant des manœuvres des trains au niveau des gares et des dépôts, et un informateur qui transmet les retards et les perturbations aux gares. L'activité de chefs de régulation consiste à mettre en œuvre des actions de récupération des incidents afin de rétablir une circulation de trains la plus proche possible de la situation normale représentée par une grille d'horaire théorique et un plan de service des conducteurs. L'activité des aiguilleurs et de l'informateur dépendent fortement de cet objectif général.

Nous avons donc là une situation de travail dont le caractère collectif est fondamental, qui se traduit, entre autres, par l'importance des communications verbales entre les agents de la salle de commande, ainsi que les liaisons radio ou téléphone avec les agents de la ligne. Cependant, ce caractère collectif de l'activité de régulation n'y est pas reconnu en tant que tel. L'analyse que nous avons menée éclaire les modalités de l'articulation collective des actions et permet de guider la conception d'outils d'aide à la coopération.

Comprendre l'activité collective de régulation du trafic

Pour appréhender cette situation de travail, nous avons choisi d'étudier d'une part, l'activité des individus qui constituent le collectif et, d'autre part, l'activité collective elle-même en tant que système cognitif distribué (Hutchins 1990), c'est-à-dire un tout qui doit être analysé en tant que tel. Ce parti pris théorique d'aborder à la fois l'individu et le collectif est cohérent avec un point de vue ergonomique où la conception des dispositifs techniques collectifs doit articuler aménagement individuel et aménagement collectif.

C'est pourquoi deux étapes de recueil de données ont été réalisées. Lors de la première étape, nous nous sommes focalisés sur l'activité individuelle des chefs de régulation, en utilisant une caméra vidéo dont l'emplacement assez central a permis d'enregistrer les communications et les actions des interlocuteurs de l'agent observé. Dans une deuxième étape, nous avons identifié deux « unités de coopération », l'équipe de chefs de régulation d'une part, et un chef de régulation et ses aiguilleurs d'autre part, pour obtenir des réductions de l'ensemble du collectif de la salle de commande, trop complexe pour être étudié dans toute sa totalité. Dans cette étape, deux caméras vidéos enregistraient simultanément le comportement des deux ou trois agents choisis.

Les décisions de chaque agent de la salle de commande concernant des incidents ayant lieu sur sa portion de ligne comportent des répercussions sur l'ensemble du trafic, c'est-à-dire sur l'activité de ses collègues.

À travers l'analyse de l'activité individuelle des chefs de régulation, nous avons mis en évidence la dimension de coopération en termes de cours d'action social : l'action de chacun dépend de celle des autres, et elle peut porter sur celle des autres. Cette analyse montre que le traitement des incidents s'effectue au travers d'une construction progressive du problème et des solutions à mettre en œuvre. Pour mener à bien leurs activités, les agents doivent planifier de manière ouverte leurs actions au fur et à mesure que se construisent progressivement des trames de solutions, qui ne sont que très partiellement réversibles une fois que l'une est engagée. Le grand nombre d'interlocuteurs à prévenir pour la mise en place des actions de récupération d'incidents induit une difficulté supplémentaire pour la planification des actions, car le chef de régulation doit s'assurer que tout le monde a bien compris ce qu'il doit faire.

L'analyse de l'articulation de l'activité de plusieurs des agents du poste de commande centralisé (PCC) met en lumière diverses formes d'organisation collective de l'activité. L'une d'elles est le suivi en arrière-fond par l'équipe de chefs de régulation du traitement d'un incident géré par le chef de régulation du secteur géographique concerné par l'incident. Cette forme d'activité fait fonction de « garde-fou » collectif où chacun, tout en menant sa propre activité de régulation, participe à celle des autres en étant attentifs à ce qui se passe pour pouvoir contribuer le moment voulu à des prises de décisions communes de certains aspects de la résolution d'un incident tout en aidant à ne pas négliger tel ou tel aspect important de la situation. Elle permet aussi à ceux qui suivent un incident d'anticiper les conséquences de la perturbation (retards, changements de trains, etc.) qu'ils verront sur leurs secteurs géographiques. Ceci traduit une articulation diachronique de l'activité entre chefs de régulation.

Ainsi la construction collective de la régulation du trafic n'est pas équivalente à la simple addition des activités de chacun, mais elle s'effectue avec une certaine redondance sous forme de recouvrement des savoirs de chacun sur la situation, et permet ainsi de redéfinir en permanence les problèmes. C'est la souplesse de cette forme d'activité collective qui la rend robuste en permettant de compenser les limites de chaque individu. Le dispositif technique est indissociable des relations de coopération qui s'instaurent entre agents : cette robustesse s'appuie sur les outils et l'agencement spatial de la salle de commande où les moyens d'informations sont ouverts à tous et les activités de chacun ont un caractère public.

Les orientations de conception d'outils d'aide à la coordination

L'analyse de l'articulation collective de l'activité de régulation de trafic du métro a donné lieu à des principes directeurs pour la conception

d'outils d'aide pour la coordination des actions. Ces principes servent d'idées force pour guider chaque proposition particulière de conception.

En premier lieu, un système d'aide doit favoriser à la fois l'activité individuelle et la coordination des actions. Par exemple, le synoptique (le tableau de contrôle optique) est un outil très important pour que chacun ait une vue globale de l'état de la ligne que ne donnent pas les images du système informatique de suivi des trains. De plus, de par sa grande dimension contraignant les agents à positionner leur corps face à la portion qu'ils regardent, il rend publiquement visible le point de focalisation de l'attention de chacun. Il est également le point d'ancrage visuel qui permet aux uns et aux autres l'articulation synchronique des cours d'actions, c'est-à-dire de suivre ce que font les autres, tout en écoutant leurs conversations, et en regardant ce qu'ils font. C'est pourquoi, comme Heath et Luff (1992), nous pensons judicieux de préserver le tableau de contrôle optique en tant qu'outil de coordination, malgré la tendance actuelle de suppression des tableaux synoptiques dans les salles de contrôle.

L'analyse de l'activité de régulation du trafic du métro montre la nécessité pour le système d'aide de prendre en compte non seulement les aspects synchroniques de l'activité collective mais aussi ses aspects diachroniques. Ainsi, nous préconisons de fournir une aide à la constitution d'un historique de suivi des trains qui permette à chacun de trouver immédiatement les informations importantes pour les décisions à prendre lors du traitement des incidents.

Il s'agit ainsi de développer le système informatique actuel en y ajoutant la possibilité de consulter les aspects diachroniques de la circulation réelle des trains (quelle est la mission précédente d'un train, quelle sera sa mission suivante en tenant compte des modifications faites par les opérateurs), les aspects synchroniques (à un moment donné, quels sont les trains allant dans la même direction susceptibles de se remplacer) et les aspects chronologiques (quels sont tous les trains qui sont passés à tel endroit). Un tel dispositif s'accorde avec les diverses formes de coordination où les actions des uns s'articulent à celles des autres, non seulement dans le même laps de temps, mais aussi de manière décalée, c'est-à-dire au fur et à mesure de la résolution de l'ensemble des incidents.

Une telle aide à la constitution d'un historique de suivi des trains fournit en même temps une aide pour la construction collective des problèmes dans la mesure où chacun peut ainsi consulter les modifications de mission des trains, même sans avoir suivi personnellement la résolution des perturbations du trafic.

Les apports de l'ergonomie pour les concepteurs

Tout en n'étant pas directement insérée dans un processus de conception précis, cette étude et ses résultats ont permis d'engager le

dialogue avec différents concepteurs : les ingénieurs et informaticiens en charge de la modernisation et du développement technique de l'actuel PCC, ainsi que le groupe de travail qui a pour mission de définir le cahier des charges des nouvelles générations de PCC, notamment ceux régulant le trafic des trains automatisés sans conducteurs.

Le point principal de ce dialogue est la prise de conscience par les concepteurs de la nécessité d'une activité collective pour gérer le plus efficacement possible la circulation des trains. Si, au départ, la plupart pensaient devoir limiter les communications verbales et les déplacements des agents comme étant un facteur de gêne dans le travail, ils ont compris le besoin de penser le dispositif technique à la fois en termes d'aide individuelle et d'aide à la coordination.

LES RÉSULTATS DE L'ANALYSE DE L'ACTIVITÉ AU STADE DE LA VALIDATION D'UN PRODUIT

Cette deuxième étude porte sur l'évaluation d'un prototype d'aide à la conduite. Dans le cadre du programme de recherche européen PROMETHEUS, lancé en 1986, des constructeurs développent différents systèmes d'assistance à la conduite pour composer « la voiture intelligente ». L'AICC (Autonomous Intelligent Cruise Control) est l'un de ces systèmes. Il régule la vitesse du véhicule dans lequel il est installé, sur la base d'une vitesse de croisière fixée par le conducteur. Cette régulation s'opère de façon dite intelligente, dans la mesure où le système la module, à tout instant, selon la vitesse et la distance d'un véhicule dont on s'approche, détecté par un capteur télémétrique embarqué. Un tel système vise à diminuer la fatigue nerveuse des conducteurs et à augmenter leur sécurité, en les assistant ainsi dans la gestion des vitesses et des distances intervéhiculaires. Il leur procure également un meilleur confort postural, en les dispensant des actions sur les pédales, accélération, décélération, rétrogradage, voir freinage, étant gérés automatiquement par le système. À tout moment, le conducteur peut reprendre la main, en modifiant la vitesse de croisière, en accélérant ponctuellement lui-même ou encore en appuyant sur le frein, ce qui désactive le système.

Pour ce qui nous concerne, il s'agit d'évaluer et de valider, du point de vue de l'ergonomie, le véhicule prototype AICC développé par un constructeur automobile français. Cette évaluation doit permettre de fixer les choix de conception en ce qui concerne :

- les informations à retourner au conducteur, la forme de ces informations (visuelle, auditive, etc.), leur emplacement dans le poste de conduite, etc., c'est-à-dire les choix d'interface et de dialogue,

- le comportement du système dans différentes situations routières, l'adéquation de ce comportement par rapport à la situation et aux attentes du conducteur, son impact sur l'activité de conduite, c'est-à-dire les choix de lois de comportement du système ;
- la fiabilité du système (erreurs de détection, lacune de détection, et autres).

Définition de l'objet d'étude et de la méthodologie de recueil des données

Pour réaliser une évaluation riche et opérationnelle pour la conception, nous avons fait valoir à l'équipe de conception tout l'intérêt de mener des essais avec le véhicule AICC en situation de conduite réelle. Il s'agissait de pouvoir étudier, en contexte réaliste, la façon dont les conducteurs intègrent le système AICC dans leur activité de conduite et la réalité de l'assistance apportée par le système (modalités d'utilisation, difficultés d'utilisation, gestion de la complexité des interactions, effets sur la conduite en termes de modifications et d'apports à la conduite, identification de situations particulières, impact sur la sécurité, etc.).

C'est dans cette perspective que dix conducteurs ont réalisé, par équipe de deux, chaque personne étant alternativement conducteur et passager, un parcours autoroutier de 900 km avec le véhicule AICC. Pendant toute la durée du trajet, des données de trois types ont été recueillies sur film vidéo : 1. des données comportementales liées au conducteur (appui sur les pédales de frein et d'accélérateur, manœuvres, interactions avec les autres usagers...); 2. des données sur la situation (scènes routières avant et arrière, vitesse de croisière fixée par le conducteur, vitesse réelle du véhicule, distance d'un véhicule pris en compte par le conducteur, vitesse de ce véhicule...); 3. des données verbales provenant des conducteurs, sollicitées d'une part à partir d'une consigne initiale selon laquelle il leur était demandé de « penser tout haut », d'autre part par des relances de l'ergonome, présent à l'arrière du véhicule.

Résultats sur l'activité et apports à la conception

Nous nous sommes focalisés sur les données concernant trois types d'événements, considérés comme particuliers pour les conducteurs : les manœuvres de dépassement, les actions sur la pédale d'accélérateur, les actions sur la pédale de frein. Dans un premier temps, ces événements ont été repérés au sein de chacun des trajets, et décrits par un certain nombre de variables, identifiées du point de vue de l'activité des conducteurs et de leur raisonnement. Par exemple, un « événement frein » est décrit par : le moment où il se produit au cours du trajet, la distance à laquelle se trouve

le véhicule ayant incité le conducteur à freiner, la vitesse respective des deux véhicules, l'élément particulier de la situation ayant déclenché l'appui sur le frein, ce que visait le conducteur en appuyant sur le frein, etc. L'élément ayant déclenché l'appui sur le frein et la visée du conducteur sont exclusivement identifiés à partir de ce qu'en dit, en situation, le conducteur. Par exemple, le conducteur peut dire : « il a mordu sur ma file, j'ai cru qu'il allait s'insérer, j'ai préféré lui laisser la place » (élément déclencheur : crainte d'une insertion ; visée : permettre la manœuvre d'un autre usager). Dans un deuxième temps, nous avons procédé à une analyse factorielle en composantes multiples sur toutes ces descriptions, ce qui nous a permis d'identifier et préciser les relations entre variables et modalités de variables. Ces relations ont été interprétées avant tout sur la base des verbalisations des conducteurs lors du trajet.

Combinant ainsi une approche qualitative et une approche quantitative, l'apport de cette étude a été au moins double. Elle a en effet permis de mettre en évidence d'une part, une évolution effective au cours du temps de certaines dimensions de l'activité de conduite assistée par un système intelligent ; d'autre part, l'impact du système d'assistance sur les interactions avec les autres usagers et sur la gestion de la complexité des situations d'interaction. Nous ne présentons ici, rapidement, que les résultats les plus révélateurs de ces deux aspects.

La gestion de la régulation automatique des vitesses en fonction des distances intervéhiculaires est une prestation d'emblée très bien acceptée par les conducteurs. Cependant, en s'intéressant aux actions et intentions d'action sur la pédale de frein au fur et à mesure du trajet, on s'aperçoit que c'est progressivement que s'installe la confiance des conducteurs envers les capacités du système. La solidité de cette confiance dépendant bien évidemment avant tout de la fiabilité du système, qui s'avère globalement bonne. Lors des essais, cette confiance s'est paradoxalement révélée source de danger potentiel pour le conducteur dans certains cas où l'AICC a présenté une défaillance exceptionnelle. La mise en évidence de ce paradoxe et de ses conséquences pour la sécurité des conducteurs renforce la nécessité de concevoir un système AICC hautement fiable. En effet, les exceptions s'avèrent tout particulièrement coûteuses pour le conducteur, qui doit réagir *in extremis* très rapidement. C'est également pourquoi nous avons insisté auprès des concepteurs pour que la conception de l'AICC soit intégrée dans une approche en termes d'aide à la gestion de la conduite, plutôt que dans une approche d'automatisation qui donnerait à croire que « le système s'occupe de tout ».

L'augmentation progressive, au fur et à mesure du trajet, de la distance adoptée par les conducteurs pour effectuer une manœuvre de dépassement, souligne une modification également intéressante de l'activité de conduite. Il

s'agit en effet pour les conducteurs d'anticiper le moment où le système va détecter le véhicule dont ils s'approchent, de façon à ne pas être ralentis par une action de décélération du système, autrement dit à... éviter son action de régulation. Cette modification du comportement des conducteurs est positive, si l'on considère qu'elle aboutit peu à peu à l'adoption de distances intervéhiculaires plus grandes que les distances usuellement adoptées pour les manœuvres de dépassement, donc à des distances plus sécuritaires. On s'aperçoit cependant que dans certaines situations, cette modification de comportement peut aboutir à placer les conducteurs dans une position difficile, voire conflictuelle vis-à-vis d'autres usagers. En effet, l'adoption d'une très grande distance pour déboîter dans la perspective de dépasser un autre véhicule nécessite un trafic très fluide. Or, il est arrivé plusieurs fois que les conducteurs soient rattrapés, alors qu'ils se trouvaient sur la file de gauche, par un véhicule plus rapide avant d'avoir atteint la voiture à dépasser. La situation est d'autant plus embarrassante quand cette dernière a une vitesse très peu inférieure à celle du véhicule AICC. Les conducteurs du véhicule AICC se retrouvent alors en position de gêneurs, ce dont ils ont une conscience aiguë, et leur malaise est encore plus vif quand ils se font, de fait, doubler par la droite.

Par ailleurs, ces essais menés en situation réelle, sur un trajet relativement long et diversifié (en termes de densité de trafic, de nombre de voies, de linéarité et de courbure de l'infrastructure) ont permis d'évaluer le comportement du système dans le nombre important de situations routières réalistes rencontrées par les conducteurs (approche d'un véhicule plus ou moins lent, suivi, dégageant le véhicule suivi, insertion plus ou moins brutale d'un véhicule devant le véhicule AICC). Cela permet d'appréhender l'adéquation des lois de comportement du système avec la globalité complexe de l'activité de conduite, d'orienter la façon de préciser et d'améliorer ces lois et de circonscrire le champ d'exploitation du système dans sa version actuelle.

Les résultats de ces essais d'évaluation nous permettent de fournir également aux concepteurs des recommandations portant plus classiquement sur l'aménagement du poste de conduite (mode de présentation des informations sur l'état et les actions du système, positionnement des commandes). Mais plus encore, dans le cadre de la commercialisation de tels systèmes d'assistance à la conduite, ces résultats orientent aussi sur la question de bien informer le public sur leur fonctionnement. Dans la mesure où ces systèmes sont en mesure de modifier les comportements des conducteurs (ne serait-ce qu'en les incitant à adopter une distance intervéhiculaire se révélant plus grande que la distance usuellement adoptée, souvent trop petite), cette information doit dépasser la seule information à la clientèle pour toucher le public le plus large, chaque usager étant susceptible d'avoir à interagir avec le conducteur d'un véhicule AICC.

Quelle coopération entre ergonomes et concepteurs de systèmes embarqués d'aide à la conduite ?

Comme il a été souligné en introduction générale de cet article, nous nous situons dans un courant considérant que le processus de conception doit résulter d'une coopération entre les différents acteurs qu'il implique et de l'articulation de leur point de vue respectif. En conclusion de notre partie, nous voudrions évoquer la dynamique de coopération qui s'est instaurée entre l'équipe de conception du système AICC et nous-mêmes au cours de cette étape d'évaluation, car comme certaines caractéristiques de l'activité de conduite sous l'effet de l'utilisation de l'AICC, elle a elle aussi connu des évolutions au fur et à mesure de nos interactions.

Tout d'abord, il faut souligner que notre intervention s'inscrit dans un contexte historique particulier. Si l'ergonomie est implantée depuis plusieurs dizaines d'années au sein de l'industrie automobile, il s'agit avant tout, d'une part d'une ergonomie anthropométrique (aménagement des postes de conduite, accessibilité, etc.), d'autre part d'une ergonomie du poste de travail (hygiène et sécurité, organisation du travail sur les chaînes de montage, vieillissement, etc.). Ce n'est que récemment que s'est développée une ergonomie dite cognitive, qui s'intéresse plus particulièrement à l'interaction entre les conducteurs et des systèmes embarqués d'aide à la conduite. Ses apports potentiels à la conception sont de ce fait encore méconnus.

Le premier élément ayant contribué à modifier nos interactions avec l'équipe de conception du système AICC fut d'affirmer d'emblée le rôle primordial du conducteur au sein du processus de conception. C'est ce qui a motivé notre proposition de s'intéresser aux caractéristiques de son activité et à leur modification éventuelle du fait de l'utilisation de l'AICC. Certains des résultats issus des essais d'évaluation réalisés en situation réelle de conduite ont mis en évidence des influences inattendues de l'AICC sur la conduite. Malgré tout (ou peut-être grâce à cela), les concepteurs se sont rendus compte de la nécessité de dépasser les situations expérimentales et l'introspection pour aborder au contraire l'utilisation d'une aide à la conduite, telle que l'AICC, dans un contexte rendant compte d'aspects essentiels de l'activité, tels que globalité, complexité, interactivité. Le caractère opérationnel de ces résultats, c'est-à-dire concret et exploitable pour l'équipe de conception, a également contribué à modifier l'image de l'ergonomie et de ses apports dans l'esprit des concepteurs. Les orientations pour la conception que nous avons pu dégager des résultats sur l'activité ont en particulier concouru à atténuer la notion de « vérification » souvent associée à une évaluation ergonomique.

Par ailleurs, cette transformation du point de vue des concepteurs sur les apports de l'ergonomie a contribué à leur faire prendre conscience de

la nécessité et de l'intérêt d'intégrer l'ergonomie le plus en amont possible d'un projet de conception. Si les solutions technologiques dépassent certes les compétences de l'ergonome, il leur apparaît maintenant plus clairement que celui-ci possède par contre des compétences et des outils spécifiques contribuant à faire émerger ce qui est essentiel dans l'activité, pour le traduire au niveau fonctionnel. Ainsi, c'est à la demande de cette même équipe de conception que nous allons être prochainement intégrés dans un projet qui démarre et qui concerne la conception d'un autre système d'aide à la conduite. Il s'agira ainsi de développer un système présentant une plus grande adéquation avec les besoins des conducteurs et les caractéristiques essentielles de leur activité.

ANALYSE DE L'ACTIVITÉ ET COOPÉRATION DES ACTEURS AU COURS D'UN PROCESSUS DE CONCEPTION INFORMATIQUE

Les deux premières études montrent comment les résultats de l'analyse de l'activité orientent la conception et transforment le point de vue des concepteurs sur l'activité des utilisateurs. Avec cette dernière étude, nous voudrions montrer que l'analyse de l'activité a un rôle important à jouer dans la coordination des différents acteurs au cours d'un processus de conception informatique. Pour ce faire, nous nous appuyons sur une étude en cours de réalisation dans une grande entreprise. Cette étude consiste à définir une méthodologie de conception des aides informatiques à l'utilisation de logiciel, à partir de sa validation dans un projet informatique particulier.

En nous inspirant de la description proposée par André et Brisson (1994), nous considérons que le processus de conception des interfaces correspond à un enchaînement de phases dont les trois principales sont :

- la phase de définition du cahier des charges, qui est construite en articulant l'analyse de l'activité des utilisateurs finaux, l'évaluation du problème technique et les objectifs pour l'entreprise ;
- la phase de spécifications, qui doit aboutir à une modélisation informatique précise, complète et cohérente des besoins des utilisateurs et qui est élaborée à partir des résultats de l'analyse de l'activité. Cette phase de spécification ne doit pas induire de solution technique particulière ;
- la phase de conception proprement dite, qui consiste à définir les solutions techniques qui correspondent aux spécifications qui ont été élaborées. Pendant cette phase, le plus souvent, est réalisée une maquette de dialogue à partir de laquelle une évaluation ergonomique peut être effectuée.

De l'analyse de l'activité à la définition d'un cahier des charges

Partant du constat que l'aide humaine est plus efficace que les aides informatiques quand il s'agit d'aider un utilisateur en difficulté dans l'utilisation de son logiciel, nous nous sommes inspirés de la modélisation de l'aide humaine pour concevoir une aide informatique (Haradji 1994). Nous nous sommes ainsi intéressés en particulier aux situations d'assistance téléphonique où deux acteurs interagissent : un utilisateur, qui n'est pas un professionnel de l'informatique et qui a une connaissance souvent limitée de son micro-ordinateur ; un assistant, qui a une connaissance informatique importante et pour qui le dépannage est une activité professionnelle. Nous focalisant sur l'aide que propose un assistant, nous avons cherché avant tout à comprendre comment cet expert de l'aide organise cette dernière en fonction d'un problème, d'un utilisateur et d'une situation.

De façon à rendre compte de cette interaction d'aide nous avons enregistré de nombreuses communications téléphoniques entre des assistants et des utilisateurs en difficulté. Nous avons complété ces enregistrements par un recours systématique à des verbalisations en autoconfrontation. Cette analyse de l'activité est le résultat d'une double interaction de l'ergonome, d'une part avec l'assistant, pour aborder la dynamique de ses raisonnements, d'autre part avec l'utilisateur, pour aborder la nature des difficultés rencontrées et pour évaluer la pertinence de l'aide proposée.

Sur la base de ces enregistrements, nous avons réalisé une analyse systématique permettant de proposer une modélisation de l'interaction d'aide qui rend compte de son aspect contextuel et dynamique. Ainsi, nous avons montré que l'aide peut être organisée par l'assistant de quatre façons différentes, chacune composée de phases et enchaînements spécifiques de phases selon qu'il s'agit :

- *d'un problème de compétence de l'utilisateur* : l'assistant doit aider sur une action que ne sait pas réaliser l'utilisateur (par exemple, envoyer un message) ;
- *d'un problème de compétence avec un état informatique particulier* : l'assistant doit aider sur une action que ne sait pas réaliser l'utilisateur, mais ce dernier est déjà engagé dans une procédure ;
- *d'un problème de blocage* : l'assistant doit aider un utilisateur qui se trouve bloqué par une manifestation inattendue du système (par exemple, un message d'erreur ou une fonction inactive) ;
- *d'un problème de résultats* : l'assistant doit aider un utilisateur qui n'a pas obtenu les résultats qu'il attendait de son action (par exemple, une impression en format paysage au lieu d'être en portrait).

Ces résultats d'analyse ont permis d'organiser la coopération entre ergonomes et concepteurs pour la définition du cahier des charges :

- les résultats de l'analyse de l'activité ont été discutés par tous et des orientations de conception ont été élaborées ;
- l'aide humaine est apparue structurée, organisée et systématique. Elle est devenue un cadre de référence pour évaluer les aides informatiques existantes. Ainsi, l'analyse de l'activité a permis de mettre en évidence certaines limites des aides informatiques actuelles et induit la nécessité d'élaborer quelques solutions innovantes ;
- les discussions sur la faisabilité technique et l'aspect stratégique de certaines solutions (innovantes ou pas) ont permis de définir le cahier des charges.

La définition du cahier des charges est donc ici le résultat de l'articulation de plusieurs points de vue et l'analyse de l'activité est un point central qui sert de référence pour les différents acteurs de la conception.

De la modélisation de l'activité à la modélisation informatique

Après la définition du cahier des charges, l'équipe de conception aborde la phase de spécification du logiciel. Cette dernière consiste à réaliser une modélisation informatique précise, complète et cohérente des besoins des utilisateurs, élaborée à partir des résultats de l'analyse de l'activité.

Le concepteur, à cette étape, désire concevoir un tout (le logiciel) qui organise l'ensemble des tâches dont aura besoin l'utilisateur. La coopération se fait essentiellement avec l'ergonome. En effet, la plupart du temps, l'utilisateur n'est pas en mesure d'exprimer ses besoins. Généralement il n'est pas préparé à le faire et il lui est difficile d'avoir une démarche réflexive portant sur son action. La modélisation de l'activité permet de structurer le point de vue et les besoins de l'utilisateur et sert de base claire de discussion entre utilisateur, ergonome et concepteur.

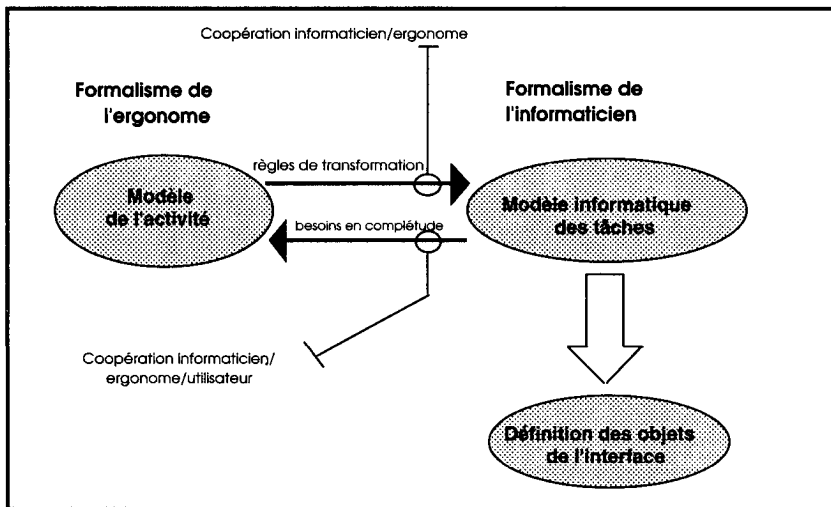
La question centrale que doivent aborder concepteurs et ergonomes à cette étape est celle du passage d'un modèle de l'activité à un modèle informatique. L'enjeu est ici de proposer des séquences informatiques de tâches qui s'appuient sur la logique de raisonnement de l'utilisateur. Ce qui se joue dans cette interaction entre ergonome et concepteur, c'est le passage de l'activité à une modélisation informatique centrée sur l'activité des utilisateurs. En effet, l'informaticien va coopérer avec l'ergonome pour définir des enchaînements de tâches et, dans un deuxième temps, en déduire des objets à manipuler, des conséquences pour le noyau fonctionnel et ultérieurement (avec l'ergonome) le dialogue de l'interface. Le

passage de l'analyse de l'activité à la définition des tâches est central dans cette démarche de conception car elle conditionne très fortement la suite du projet.

Au moment de la spécification, la coopération informaticien/ergonome est centrale mais le ou les utilisateurs peuvent avoir un rôle important à ce moment. En effet, une modélisation de l'activité correspond obligatoirement à une présentation organisée, formalisée, mais limitée de l'activité des utilisateurs. Le point de vue des utilisateurs est ici important pour valider et au besoin compléter le modèle de l'activité. La figure 2, inspirée en partie de celle de André et Brisson (1994), illustre cette coopération d'acteurs à ce moment du processus de conception.

FIGURE 2

La coopération des acteurs dans un processus de conception informatique



Dans le cadre de notre projet de conception d'une aide informatique, nous nous sommes inspirés de la modélisation de l'aide humaine pour élaborer un modèle informatique des tâches de l'aide à l'utilisation. Principalement, nous avons distingué quatre orientations, chacune composée d'enchaînements spécifiques de tâches (aide pour des problèmes de compétence, aide pour des problèmes de compétence avec un état informatique particulier, aide pour des problèmes de blocage, aide pour des problèmes de résultats).

Analyser l'activité pour orienter la conception du dialogue

La troisième phase du processus de conception consiste à définir le dialogue de l'interface et à en réaliser une maquette ou un prototype pour pouvoir l'évaluer. Nous distinguons trois moments dans la coopération des acteurs à cette phase du processus de conception.

Dans un premier temps, le concepteur de dialogue et l'ergonome coopèrent pour élaborer une première maquette de l'interface. Pour la conception de l'aide il s'est principalement agi de définir :

- l'organisation des données de l'aide à l'utilisation. Il est très fréquent que les données des aides informatiques existantes soient organisées selon une logique des fonctions du logiciel. Cette organisation ne correspond pas au point de vue de l'utilisateur qui, la plupart du temps, raisonne sur l'action qu'il réalise. Afin d'adapter l'organisation des données au point de vue de l'utilisateur, nous avons structuré les données autour d'une logique de l'action.
- le dialogue de l'aide à l'utilisation. Nous avons distingué deux types d'aide directement inspirés de l'aide humaine. Une première aide, dite structurée hypertexte, est organisée autour d'une logique de l'action et vise à répondre à toutes les questions que se pose l'utilisateur. Une deuxième aide, dite interactive, guide et contrôle les actions que l'utilisateur réalise directement sur son logiciel. Pour ce dernier cas, nous avons cherché à construire une interaction d'aide dynamique ou l'utilisateur apprend en réalisant ses actions.

Dans un deuxième temps, la maquette est soumise à une rapide appréciation auprès d'une tierce personne. Cette confrontation rapide permet de questionner rapidement les principaux choix de conception qui ont été réalisés dans la maquette de l'interface. Ce point est relativement nouveau pour l'ergonome. Pendant longtemps ce dernier a joué ce rôle d'intervenant extérieur. En s'impliquant dans le processus de conception, l'ergonome gagne en efficacité (ses propositions peuvent orienter fortement le processus de conception), mais comme tout concepteur impliqué dans les choix de conception, il a des difficultés à prendre du recul.

Dans un troisième temps, concepteurs et ergonomes coopèrent avec les utilisateurs afin d'évaluer la maquette ou le prototype en situation naturelle de travail. Cette évaluation est essentielle car elle est réalisée alors que toutes les décisions de conception ne sont pas encore figées. La mise en situation de la maquette va permettre d'approcher ce que sera la future activité des utilisateurs et, en conséquence, permettra de mettre en évidence les points forts et les limites de l'outil dans son rôle d'aide à l'activité (l'étude sur l'assistance à la conduite automobile porte plus particulièrement sur ce type d'évaluation).

CONCLUSION

Le processus de conception d'une situation de travail doit résulter d'une coopération entre plusieurs acteurs (par exemple, les concepteurs, les utilisateurs et les ergonomes). Pris indépendamment, chaque acteur de la conception a un point de vue spécifique, légitime mais limité de ce que doit être la situation future. Ainsi, ils devront articuler et coordonner leurs points de vue pour aboutir à une transformation de la situation de travail. Cette coopération modifie le rôle de chacun des acteurs de la conception. Ainsi, le concepteur doit :

- intégrer le point de vue de l'utilisateur pour concevoir des systèmes techniques qui soient une aide à l'activité, le seul point de vue technique n'est plus suffisant ;
- prendre en compte l'approche ergonomique qui organise et structure le rôle de l'utilisateur sur l'ensemble du processus de conception, il n'est pas suffisant de dialoguer avec l'utilisateur pour définir ses besoins ;
- planifier et organiser dans le projet les délais et moyens nécessaires à une réalisation de l'analyse de l'activité et à une participation de l'utilisateur.

L'utilisateur, de son côté, jouera un rôle d'autant plus central qu'il sera impliqué :

- dans la compréhension et la formalisation de son activité par l'ergonome ;
- aux différentes phases du processus de conception ;
- aux instances d'accompagnement du processus de conception.

L'ergonome, enfin, doit :

- intégrer le fait qu'il participe activement aux choix de conception et qu'il n'est plus simplement l'évaluateur d'un produit fini ;
- formaliser le plus possible l'analyse de l'activité car le concepteur a besoin d'une vue organisée et structurée de l'activité ;
- présenter ses résultats sous une forme compréhensible et exploitable.

L'intervention de l'ergonome doit elle aussi être dynamique, elle doit évoluer dans ses objectifs, sa pratique et ses résultats en fonction des différentes phases du processus de conception.

■ BIBLIOGRAPHIE

ANDRÉ, Joël et Gérard BRISSON. 1994. « Modélisation objet d'un poste de travail ». *Actes du colloque ERGO'IA 94*. R. Patesson, dir. Biarritz : IDLS.

- CAHOUR, Béatrice et Pierre FALZON. 1991. « Assistance à l'opérateur et modélisation de sa compétence ». *Intellectica*, 1991/2, 12.
- HARADJI, Yvon. 1994. *Concevoir une aide informatique. L'ergonomie des situations informatisées : la conception centrée sur le cours d'action des utilisateurs*. Toulouse : Octares.
- HEATH, Christian et P. LUFF. 1992. *Collaboration and Activity and Technical Design : Task Coordination in London Underground Control Rooms*. Studies in Computer Supported Cooperative Work. Amsterdam : Bowers and Benford.
- HUTCHINS, Edwin. 1990. *The Technology of Team Navigation. Intellectual Teamwork : Social and Technical Basis of Collaborative Work*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- NORMAN, Donald et S. DRAPER. 1986. *User Centered System Design*. Londres : Lawrence Erlbaum Associates.
- PINSKY, Léonardo, Rachid KANDAROU, et Georges LANTIN. 1979. *Le travail de saisie-chiffrement sur terminal d'ordinateur*. Collection d'ergonomie et de neurophysiologie du travail du CNAM, n° 65, Paris : CNAM.
- THEUREAU, Jacques. 1993. « Introduction : une approche de la conception des systèmes informatiques interactifs ». *Génie logiciel et systèmes experts*, n° 33, 4-10.
- THEUREAU, Jacques et Leonardo PINSKY. 1984. « Paradoxe de l'ergonomie de conception ». *Revue des conditions de travail*, n° 9, 25-31.
- THEUREAU, Jacques et François JEFFROY. 1994. *L'ergonomie des situations informatisées : la conception centrée sur le cours d'action des utilisateurs*. Toulouse : Octares.
- SUCHMAN, Lucy. 1990. *What is a Human Machine Interaction? Cognition, Computing and Cooperation*. New Jersey : Ablex Publishing Corporation.
- WOODS, David et Emily ROTH. 1988. *Cognitive Systems Engineering. Handbook of Human Computer Interaction*. North Holland : Elsevier Science Publishers.

SUMMARY

Work Analysis for a Collaborative Design Process

This article is based on three empirical studies carried out in different work environments: metropolitan traffic control, car driving and software design. The article illustrates how ergonomics can contribute to different stages of design processes.

Activity-centered design is described first. Designing truly supportive technologies requires an understanding of the user's actual activity. Therefore, it is necessary for ergonomists to collect data on natural work situations and to propose descriptions (sometime models) which are useful to cooperate with designers. Ergonomic studies may be carried out throughout the whole design process or they may be developed at specific stages of the process.

The first study emphasizes the significance of analyzing collective work in order to define future metropolitan traffic control rooms. The characteristics of the collective handling of disruptions in traffic control rooms orient the design of new tools favouring cooperation and communications. We briefly present one of the proposals we have put forward: a device enhancing the computer system that is able to support the individual monitoring of an incident, as well as the collaborative supervision of train movements.

The second study stresses the relevance of considering the evaluation of a support system in a realistic situation. The purpose was to evaluate how the drivers assimilated the "Autonomous Intelligent Cruise Control" system in their activities, and the actual support provided to them by the system. The methodology consisted in the observation of the drivers' behaviour during a highway trip of 900 km. The results of the activity analysis and the ergonomic approach allowed modifications of the designers' views on several points. In short, we have stressed the role of the driver throughout the design process, and demonstrated the limitations of the designers' views.

The last study shows the importance of activity analysis in the different phases of a software design process. This study is an important illustration of how participants cooperate and how this cooperation evolves at each step of the process. Cooperation between the participants is studied in relation to a particular programme (the definition of a design methodology for a software help package). Three phases are detailed: the definition phase of the functional requirements, based on the analysis of the activity, in order to favour innovating proposals; the specification phase, based on a modeling of the activity (in our case, the modeling of human help), aimed at a precise software model, complete and consistent with the user's needs; the design phase, aimed at the definition of technical solutions consistent with the functional requirements. This latter phase saw the design of a dialogue prototype from which an ergonomic experiment was developed.

In conclusion, we stress the need for collaboration between all the participants in the design process: users, ergonomists and designers who will need to confront and coordinate their points of view in seeking to transform the "work situation". Such cooperation has a strong influence on the behaviour of all the participants: the designer should broaden his or her approach, and should not adhere to a purely technical vision; the user, on the other hand, is not a mere executant, and should be involved in the different phases of the design; and the ergonomist cannot be concerned only with the end product, but has to be involved as early as possible in the design phase.