

L'ingénierie cognitive au service de la conception d'interfaces humains-machines : leçons tirées de 8 années de pratique en entreprise

André Gascon¹, Jean-Marc Robert²

¹Hydro-Québec, 855 Ste-Catherine est, 5^e étage, Montréal, Québec, H2L 4P5

Email : gascon.andre@hydro.qc.ca

²École Polytechnique de Montréal, C.P. 6079, succ. Centre-ville, Montréal, Québec, H3C 3A7

Email : jmrobert@courriel.polymtl.ca

Résumé. Huit années de pratique de l'ingénierie cognitive en entreprise nous ont donné l'occasion de rencontrer une grande variété de projets, de contextes de travail, de défis, et de demandes de différents interlocuteurs. Dans le but de faire bénéficier les ergonomes et les concepteurs de systèmes de l'expérience acquise, notamment dans le domaine de la conduite de processus complexes, l'article présente une démarche de conception d'interfaces centrée sur l'utilisateur et sa tâche, et les leçons que nous avons tirées de cette pratique professionnelle. Ces leçons portent sur les actions à faire ou à ne pas faire pour améliorer les interfaces humains-machines.

Mots-clés : ingénierie cognitive, ergonomie cognitive, interfaces humains-machines, conception de système centrée sur l'utilisateur

1. But

Le but de cet article est d'aider les ergonomes et les concepteurs de systèmes à mettre l'ingénierie cognitive en pratique dans la conception d'interfaces humains-machines (IHM), en leur présentant une démarche de conception centrée sur l'utilisateur et sa tâche, et les leçons que nous avons tirées de 8 années d'expérience pratique dans le domaine de la conduite de processus complexes. Ces leçons portent sur les actions à faire ou à ne pas faire pour améliorer la qualité des IHM, afin que celles-ci soient à la fois utiles, sécuritaires, performantes et facilement utilisables.

2. Contexte

On connaît bien maintenant le processus d'ingénierie du logiciel, depuis la spécification des exigences jusqu'à la livraison du produit, et notamment la nature et le niveau des efforts requis à chaque étape du processus. Il n'en est pas de même cependant pour la partie recueil et analyse de données qui mène à la spécification des exigences du produit. Les développeurs investissent beaucoup d'effort et d'émotion dans leur design mais font peu d'analyse (Marine, 2002). D'où très souvent le manque d'adéquation entre les outils fournis aux utilisateurs (ou aux clients) et leurs besoins d'informations pour réaliser leur travail. Or, l'ingénierie cognitive a ici un rôle très important à jouer. Cette discipline qui s'intéresse à toutes les étapes de la vie des systèmes humains-machines complexes et qui fait appel aux connaissances et aux méthodes de plusieurs

disciplines des sciences de la nature et des sciences sociales et humaines, a pour objectif fondamental d'améliorer la performance des systèmes humains-machines (Rasmussen et al., 1994). Le succès de ses interventions se mesure par une amélioration sensible de la performance des utilisateurs dans leurs tâches et partant, de la performance des systèmes humains-machines.

Le contrôle de processus complexes

La grande majorité des interventions d'ingénierie cognitive qui sont à la base de cet article ont été faites dans le cadre de projets de développement ou d'adaptation de logiciels de conduite de processus, et ont porté sur la conception et la mise au point d'IHM. Ces interfaces permettent à des opérateurs de contrôler et de surveiller des installations électriques complexes, à distance ou à partir de la salle de commande d'une installation. L'opérateur faisant la conduite de processus doit composer avec les aspects spécifiques suivants (de Keyser, 1988) :

- les variables sont multiples et interdépendantes : par exemple, pour optimiser la production d'électricité, il faut tenir compte du niveau d'eau de la rivière en amont de la centrale, du degré d'ouverture des vannes des groupes turbine-alternateur, et aussi de la quantité d'eau qui coule et du niveau d'eau en aval de la centrale car cela affecte la production de la prochaine centrale;
- le processus est dynamique, en ce sens qu'il évolue dans le temps à cause des éléments présents et en interaction les uns avec les autres (ex., l'eau qui coule dans la rivière s'accumule devant le barrage hydroélectrique), et ce indépendamment des actions des opérateurs ;
- il y a des risques majeurs pour les humains et pour les appareils ;
- les objectifs sont souvent conflictuels: par exemple faire le plus vite possible mais sans faire d'erreurs ni d'oublis ; maximiser la production en toute sécurité.

La conduite de postes et de centrales de production hydroélectrique constitue un cas particulier de la conduite de processus. Dans l'entreprise de production hydroélectrique où l'un des co-auteurs de cet article travaille, elle porte sur de nombreux processus ayant chacun une dynamique relativement simple mais qui sont reliés les uns aux autres selon des configurations plus ou moins complexes et variables.

Exemples de projets

L'entreprise exploite plus de 600 installations de transport et de production d'électricité, incluant plus de 50 centrales hydroélectriques. La majeure partie des manœuvres de conduite est effectuée à distance dans 7 centres de téléconduite. La téléconduite se fait à partir d'un pupitre de téléconduite qui comprend 4 écrans principaux (voir photo 1). Une telle configuration du poste de travail se retrouve aussi, avec quelques différences près, dans une centaine d'installations.

La plupart des interventions ergonomiques réalisées l'ont été lors de changements importants apportés aux logiciels, ou lors de changement de logiciels. En particulier, on a fait la conception de l'IHM pour :

- la conduite en installation et en salle de commande suite à l'automatisation des installations avec des produits commerciaux (une installation à ce jour, plusieurs en chantier);

- l’afficheur de réseau (illustration de la connexité) pour trois centres de téléconduite, ainsi que pour deux centrales hydroélectriques impliquées dans les transferts avec des réseaux voisins (cela sert à l’importation et l’exportation d’électricité);
- la répartition et la téléconduite pour les 7 centres de téléconduite (41 pupitres) ;
- la surveillance des alarmes en installation (10 installations à ce jour, et 15 installations d’un produit commercial conçu à partir de ce design) (Gascon, 2002).

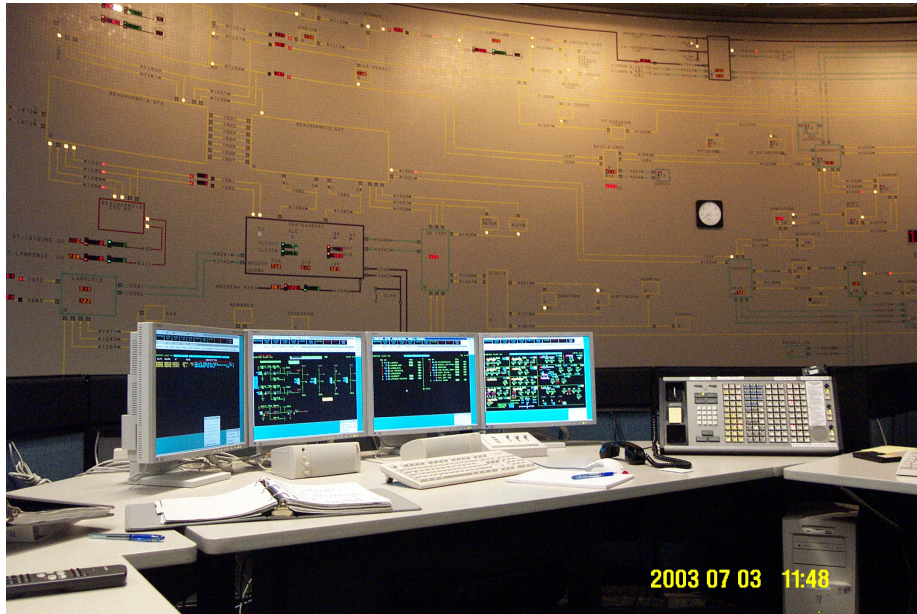


Photo 1 : Pupitre de répartition dans un centre de téléconduite

Toutes les interventions ont été réalisées par des équipes multidisciplinaires formées, selon les besoins, d’ingénieurs, d’informaticiens, de scientifiques, d’ergonomes et de gestionnaires.

3. Démarche d’ingénierie cognitive

La démarche d’ingénierie cognitive que nous présentons ici provient de la littérature sur l’ingénierie cognitive et sur les interactions humains-ordinateur (Gould et Lewis, 1985; Gould, 1990; Robert et Fiset, 1992) mais a été adaptée au contexte particulier de l’entreprise, comme nous verrons plus loin.

Il s’agit d’une démarche de conception d’interfaces centrée sur l’utilisateur et sa tâche, qui s’articule autour des quatre grandes activités suivantes.

- Analyse des activités de travail

Cette analyse se fait moyen d’entrevues individuelles et d’observations réalisées autant que possible dans le lieu de travail et au cours du travail. Elle permet de connaître les buts et les activités des utilisateurs, les stratégies et les décisions, les informations utilisées, les difficultés et les erreurs (ou presque-erreurs), les frustrations, les outils utilisés, etc. Les résultats de l’analyse

de tâche sont présentés sous la forme d'une AHT (analyse hiérarchique de tâche) (Shepherd, 1989), souvent avec deux niveaux de profondeur seulement.

Les résultats de l'analyse des activités servent à orienter et ordonner les efforts des développeurs, et à situer les améliorations visées dans le contexte global du travail. Les objectifs de chaque projet sont fixés en fonction des objectifs de performance du système humain-machine, et non pas seulement en fonction d'objectifs techniques concernant les logiciels, les ordinateurs, les réseaux, etc.

- Conception de maquette - optimisation

La conception de la « nouvelle tâche », qui nécessite souvent une optimisation voire une certaine réingénierie de la tâche, et la conception de la maquette de la nouvelle interface se font pratiquement en parallèle, en collaboration avec les concepteurs de systèmes, et à la lumière des résultats de l'analyse des activités de travail. La maquette, qui est presque toujours sur ordinateur, présente les principales images des objets de la tâche, de même que des fonctionnalités-clés de retour d'information, de navigation et de soutien à la tâche. Elle s'avère un outil indispensable pour organiser, visualiser et manipuler la nouvelle tâche et la nouvelle interface, et pour communiquer avec les divers participants au projet.

Quand on conçoit une nouvelle maquette d'interface humain-machine, les informations sur les activités de travail, sur les séquences et sur les regroupements d'informations qui paraissent dans l'AHT guident directement le design du contenu, de la structure et de la navigation dans la nouvelle interface. L'AHT fournit une base solide pour faire la mise en relation de la tâche avec l'interface (Aubin et al., 1994).

- Tests d'utilisabilité

Les tests d'utilisabilité avec des utilisateurs du système sont essentiels pour l'évaluation ergonomique de l'interface. Ils n'excluent pas cependant l'utilisation d'autres méthodes d'évaluation telles que l'évaluation heuristique ou l'évaluation pas à pas (walkthrough) (Nielsen & Mack, 1994). Les tests d'utilisabilité consistent à demander à de futurs utilisateurs de l'interface de réaliser des tâches avec celle-ci et de « penser tout haut » pendant l'exécution de celles-ci, et à prendre diverses mesures de performance et de satisfaction humaines (N.B. : il faut éviter d'utiliser la technique du penser tout haut si on veut mesurer la performance). Ces tests sont basés sur des scénarios de tâches réelles qui ont été élaborés à l'étape d'analyse des activités de travail, et ils se font le plus souvent possible au poste de travail (c.-à-d. au pupitre de téléconduite).

- Itérations

Une approche itérative est indispensable parce qu'il s'avère impossible, malgré le travail d'analyse préalable, de pouvoir bien faire du premier coup. Plusieurs itérations analyse-conception-évaluation sont alors nécessaires pour la mise au point de l'interface. D'où la nécessité de pouvoir modifier facilement les maquettes et de pouvoir les tester rapidement auprès des utilisateurs.

L'effort consenti à chacune des activités décrites dans la figure 1 se répartit globalement comme suit, en considérant que généralement, plus on fait de l'analyse moins on passe de temps à faire les tests et les itérations :

- Recueil et analyse de données: 35 à 40 %
- Conception et optimisation : 5 à 10 %
- Tests d'utilisabilité et Itérations: 50 à 60 %.

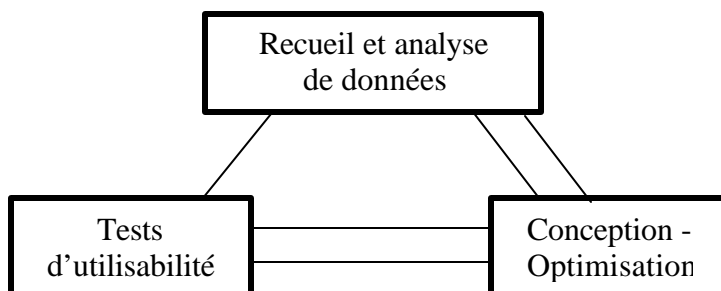


Figure 1 : Démarche itérative de conception d'interface centrée sur l'utilisateur et sa tâche

La démarche ne fait pas explicitement mention de l'analyse du système et de l'analyse des utilisateurs qui sont pourtant deux activités indispensables dans les interventions d'ingénierie cognitive. La raison est que notre expérience de plusieurs années dans la même entreprise et le même domaine d'application nous a permis d'acquérir une très bonne connaissance du système et des différents groupes d'utilisateurs, dont on peut tirer profit dans nos interventions d'ingénierie cognitive.

L'analyse du système permet de connaître la structure, le fonctionnement et les caractéristiques du système à contrôler: ainsi par exemple, pour concevoir l'interface de conduite d'une centrale de production hydroélectrique, il est indispensable de connaître, entre autres, le nombre de groupes turbine-alternateur à contrôler et à surveiller. De même l'analyse des utilisateurs permet de connaître les caractéristiques des utilisateurs (ex., niveau de compétence dans la tâche, niveau de connaissances informatiques, fréquence d'utilisation du système) pour qui on veut adapter l'interface.

Impact du travail des utilisateurs et du contexte d l'entreprise

Plusieurs caractéristiques du travail des utilisateurs et du contexte de l'entreprise ont un impact déterminant sur la façon de faire pour réaliser les grandes activités présentées ci-dessus.

- Il y a souvent des périodes d'activités plus calmes durant les quarts de travail au cours desquelles les utilisateurs peuvent répondre à nos questions. On peut donc faire des entrevues pendant les heures de travail et sur le lieu de travail.
- Les outils et les aides de travail sont regroupés au pupitre de téléconduite des opérateurs. C'est donc à cet endroit du lieu de travail qu'on va mener les entrevues et même réaliser les tests d'utilisabilité (en plus bien sûr de faire les observations) afin que les utilisateurs puissent bénéficier au maximum du support de ce que l'on voit et peut manipuler au poste de travail.
- Les opérateurs exécutent plusieurs tâches en parallèle (par ex. : gestion d'une rivière, gestion de la production, gestion de la stabilité du réseau, exécution des retraits et gestion des régimes de travail, etc.), dans un grand nombre de situations différentes. Ces tâches sont le plus

souvent interdépendantes de sorte qu'une interface par tâche est rarement pertinente. L'analyse de tâche doit donc absolument tenir compte de l'interdépendance des tâches à faire.

- La taille du système, son coût d'achat et d'opération, sa durée de vie (plus de 15 ans), la durée et le coût de la formation des opérateurs, et le nombre de personnes qui utilisent le système sur une base quotidienne font que les interventions d'ingénierie cognitive (comme toutes les autres d'ailleurs) ne visent qu'une partie du système à la fois. De plus, des contraintes de temps font qu'on doit souvent se contenter de régler les problèmes les plus urgents seulement, et sans pouvoir toujours traiter les fins détails. Il faut donc pouvoir faire des interventions ciblées sur des parties, mais tout en tenant compte de l'ensemble du système.

Le produit livrable : la spécification des exigences

Le produit livrable suite à une étude d'ingénierie cognitive est très souvent la partie centrale d'un document de spécification des exigences (ou spécifications fonctionnelles). Celui-ci comprend des captures d'images de la maquette et des explications sur le fonctionnement et l'utilisation de celle-ci. Les aspects importants de l'interface sont définis, et de façon détaillée pour les parties critiques : le contenu et la disposition de l'information à l'écran, les groupes d'informations, les styles d'interaction (ex., langage de commandes, menus, formulaires, manipulation directe), la navigation, les retours d'information, le soutien en ligne à l'utilisateur, la présentation de l'information (ex., couleurs, fontes et taille). La maquette peut être directement utilisée comme référence par les concepteurs de systèmes.

4. Leçons

Dans cette section, nous présentons les principales leçons que nous avons pu tirer de plusieurs années de pratique de l'ingénierie cognitive en entreprise dans le domaine du contrôle de processus.

- Faire l'analyse des activités de travail.

Cela est la pierre angulaire de l'ensemble des interventions d'ingénierie cognitive. Il est indispensable de comprendre la tâche actuelle avant d'élaborer la nouvelle tâche et la nouvelle interface. L'AHT est la méthode d'analyse des activités que nous avons privilégiée pour les principales raisons suivantes :

- elle fournit les informations de base pour la conception initiale de l'interface;
- elle permet de connaître les buts de l'opérateur qui orientent non seulement la conception, mais souvent aussi la réalisation ou l'implantation du logiciel;
- le formalisme de l'AHT supporte le raisonnement de conception, un peu comme le langage supporte la pensée et le raisonnement ; cela permet de mener la réflexion de façon structurée et approfondie ;
- les données qui sont nécessaires à la construction de l'AHT permettent de poser les questions qui amènent les utilisateurs à s'intéresser à l'entrevue, et à expliquer en détails leurs activités de travail ;
- l'AHT n'a pas à être exhaustive pour être utile ; même incomplète, elle oriente efficacement la conception. Les concepteurs de systèmes qui comprennent la tâche et les buts des utilisateurs sont de meilleurs concepteurs.

- Réaliser des maquettes.

Seule la maquette permet de vraiment prendre conscience des implications des décisions de conception et de savoir où on va. Comme elle est le résultat d'une intégration qui se veut cohérente de l'ensemble des aspects à considérer, elle permet de voir les interdépendances et l'effet résultant de l'ensemble de l'interface.

Elle a naturellement sa place dans tout projet de conception, mais aussi d'évaluation, là où il faut élaborer et présenter des solutions de correction.

En outre, elle est un moyen de communication privilégié entre les utilisateurs, les ergonomes et les concepteurs de systèmes.

Dans le cadre de la démarche d'ingénierie cognitive, elle doit demeurer simple sur le plan technique afin de pouvoir évoluer rapidement d'une itération à l'autre. Elle ne doit donc comprendre que les fonctionnalités nécessaires pour faire les tests d'utilisabilité pertinents. De plus, elle doit être facilement portable pour que les tests puissent avoir lieu sur les lieux de travail des utilisateurs.

- Faire au complet la démarche de l'ingénierie cognitive.

Même si une intervention d'ingénierie cognitive doit se limiter à quelques heures, il est essentiel de réaliser toutes les étapes de la démarche, c'est-à-dire l'analyse des activités, la conception de la maquette (ne serait-ce que sur papier, si le temps manque) et les tests d'utilisabilité. Ce processus, même rapide, assure un raisonnement rigoureux.

- Ne pas considérer les demandes comme des besoins, plutôt chercher à découvrir les vrais besoins.

Très souvent, les demandes des clients sont exprimées sous forme de solutions. S'arrêter à ces demandes sans regarder plus loin risque fort de conduire à des remodelages continuels des interfaces qui laissent les utilisateurs insatisfaits. Il faut plutôt chercher à découvrir les besoins réels dont ces demandes sont les symptômes afin de pouvoir proposer des solutions satisfaisantes. L'ingénierie cognitive est clairement très utile à ce niveau.

- Ne pas viser l'utilisabilité de l'interface en premier lieu

Il y a plusieurs grandes qualités à rechercher dans les interfaces humains-machines : l'utilité, la sécurité, la performance, l'accessibilité, l'acceptabilité et l'utilisabilité (prise ici au sens restrictif de facilité d'apprentissage et facilité d'utilisation) (pour les définitions de chacune de ces qualités, voir Robert 2003). L'utilité est la toute première qualité à rechercher puisqu'elle vise à permettre à l'utilisateur de bien faire toute sa tâche et d'atteindre ses objectifs. Il est clair que la tâche doit aussi être faite en toute sécurité et avec rapidité, et de manière satisfaisante pour les utilisateurs. L'utilisabilité apparaît souvent comme la retombée naturelle d'une bonne conception.

- Ne pas demander aux utilisateurs de valider les spécifications fonctionnelles.

C'est un leurre de considérer que l'approbation d'un document de spécifications fonctionnelles par le client suffit pour vérifier la pertinence d'une solution. Il est très difficile pour le client (ou

l'utilisateur) de comprendre un produit et ses implications à partir de ce genre de document parce que c'est trop abstrait, trop éloigné de la réalité.

Le succès n'est pas assuré non plus si le client a participé en comité à la définition des besoins, ou encore si on lui a présenté et expliqué les spécifications fonctionnelles. Il ne peut bien juger le produit que dans le contexte de la tâche, et avec une maquette qui montre concrètement ce que l'on peut voir et manipuler.

- Placer l'utilisateur en « mode tâche » pour obtenir l'information recherchée.

C'est ainsi qu'on peut le mieux obtenir des informations précises et détaillées sur les buts visés et les informations utilisées pendant la tâche. Une grande partie de l'expertise de l'utilisateur expert est intuitive (Dreyfus et Dreyfus, 1986), de sorte que les informations relatives aux décisions sont difficiles à extraire.

C'est aussi pourquoi il est important que les tests d'utilisabilité ne soient pas une simple démonstration. On entend ici par démonstration le type de présentation où on montre les fonctions menu par menu, avec chaque fois un exemple hypothétique et non pertinent à une tâche précise. L'un des buts importants des tests d'utilisabilité est d'obtenir des informations sur ce qui est inadéquat dans l'interface pour bien faire la tâche, et des informations plus fines sur la tâche pour améliorer l'interface. Avec une démonstration, l'utilisateur a tendance à s'éloigner de la tâche en donnant des opinions sur la présentation et l'esthétique de l'interface, ou en la comparant à des applications connues. Ce n'est que lorsque l'utilisateur est en « mode tâche » qu'il fournit les informations recherchées. Autant lors de l'analyse des activités que lors des tests d'utilisabilité, l'ingénieur cognitif doit se rappeler qu'il est là pour obtenir le maximum d'information, pas pour convaincre l'utilisateur de la justesse de son design.

- Attention aux pièges de la conception participative.

La conception participative consiste à faire participer de façon majeure certains utilisateurs à toutes les étapes de la conception d'un produit. Ces derniers sont généralement partiellement dégagés de leur travail régulier pour faire partie de l'équipe de conception. Ils deviennent ainsi des utilisateurs-concepteurs. L'intérêt principal de faire participer ainsi des utilisateurs à la conception est de profiter de leur expertise de la tâche. Hélas, en pratique, la conception participative comporte plusieurs pièges :

- les utilisateurs-concepteurs s'éloignent graduellement du champ de leur tâche et ont tendance à ne pas vérifier leurs opinions auprès des utilisateurs car ils sont sûrs de savoir. Ce même piège guette l'ergonome et l'ingénieur cognitif qui ne va pas régulièrement rencontrer des utilisateurs. Si les utilisateurs-concepteurs rencontrent des utilisateurs, ils auront souvent tendance à tenter de les convaincre plutôt que de considérer leurs commentaires ;
 - ils connaissent rapidement trop bien le logiciel pour être de bons juges de celui-ci;
 - plus ils connaissent le logiciel et les aspects informatiques, moins ils représentent bien les utilisateurs qui connaissent peu les ordinateurs;
 - ils ont souvent peu ou pas de connaissances en conception, ce n'est donc pas sur ce plan qu'ils peuvent apporter une contribution.
- Garder le contact avec le terrain par des visites régulières.

Cela permet à l'ergonome et à l'ingénieur cognitif de toujours connaître la réalité du terrain et les changements qui surviennent constamment. C'est aussi l'occasion de rencontrer les utilisateurs pour discuter des problèmes, analyser des solutions en vue, découvrir éventuellement de nouvelles solutions plus performantes, et se tenir au courant des nouveaux problèmes.

- Évaluer l'interface selon la logique de la tâche et la performance visée avec le système humain-machine.

Les concepteurs qui connaissent peu la tâche ne raisonnent pas en fonction de la logique de la tâche et de la performance visée avec le système humain-machine. Ils s'attachent volontiers à la structure de la base de données, à la structure du processus ou du système de conduite, à l'esthétique, la symétrie, la régularité spatiale et l'encombrement des écrans, à l'uniformité de la présentation (qui est différente de la cohérence).

Il faut évaluer l'interface selon la logique de la tâche et la performance qui est visée avec le système, et non pas selon les fonctionnalités disponibles (Marine, 2002). C'est d'ailleurs un très bon moyen de s'assurer de ne pas partir dans des directions non pertinentes.

- Expliquer le cheminement suivi aux décideurs pour les convaincre du bien-fondé du design recommandé.

Une grande partie des connaissances et des opinions de l'ingénieur cognitif relativement à un projet doit provenir de l'analyse des activités de travail et des tests d'utilisabilité. Or, il est difficile de faire partager ces connaissances et opinions à quelqu'un qui n'a pas vécu ces expériences, et qui se base plutôt sur d'autres principes ou idées ou le sens commun pour concevoir des solutions. La conception n'est pas que du sens commun (Tullis, 1993).

Lors de la présentation à des décideurs des recommandations provenant d'études d'ingénierie cognitive, il s'avère toujours profitable de consacrer une grande partie de la présentation au cheminement qui a été suivi pour arriver à ces recommandations. Cela permet aux décideurs de :

- prendre conscience des véritables objectifs ;
- se rendre compte de la complexité du problème ;
- comprendre pourquoi certains choix techniques séduisants ne sont pas retenus ;
- se rendre compte du sérieux de la démarche, et de comprendre le bien-fondé des recommandations.

Il est important de présenter les différentes idées qui ont été considérées pour le design, et les raisons pour lesquelles certaines d'entre elles n'ont pas été retenues.

5. Conclusion

Il reste difficile de convaincre les divers intervenants dans un projet de la pertinence d'une étude d'ingénierie cognitive. Les utilisateurs peuvent avoir eu de mauvaises expériences, et être sceptiques devant une nouvelle méthode de travail. Les concepteurs de systèmes sont souvent réticents et s'attachent volontiers aux solutions techniques. Les chefs de projets qui ne connaissent pas l'ingénierie cognitive n'en voient pas l'utilité. Pourtant, dans le domaine de la conduite de processus où il demeure difficile de trouver des solutions génériques complètes et où le moindre détail peut se révéler important, une démarche sensible aux objectifs et contraintes du terrain et aux particularités du travail est essentielle.

La démarche d'ingénierie cognitive présentée ci-dessus est efficace, elle donne de très bons résultats surtout quand on peut l'appliquer dès le début d'un projet. À titre d'exemple, lorsqu'après un an d'usage d'un nouveau synoptique de conduite en installation, l'un des co-auteurs est allé consulter les exploitants pour savoir s'il fallait faire des changements pour le second synoptique qui devait y être installé, ceux-ci ont demandé que le design soit reconduit presque intégralement pour le second synoptique.

La démarche permet d'agir rapidement, car en peu de temps on peut se faire une bonne idée du problème et se concentrer sur l'essentiel. Cela permet à l'ingénieur cognitif d'avoir des bases solides lors des discussions avec les participants au projet, lors de l'élaboration et l'évaluation des solutions, et pour lutter contre l'engouement technologique non pertinent. En particulier, les données du terrain donnent beaucoup de crédibilité aux résultats. Par exemple, si 32 utilisateurs sur 34 ont mentionné la difficulté de navigation dans une interface, peu de gens oseront mettre en doute qu'il y ait effectivement un problème de navigation dans celle-ci.

Références

- Aubin, F., Robert, J.-M., Engelberg, D. (1994). From task analysis to user interface design. In *Comptes rendus du 12ième Congrès triennal de l'Association Internationale d'Ergonomie*, Vol. 4, 15-19 août, Toronto, p. 397-399.
- Dreyfus, H., Dreyfus, S. (1986). Five steps from novice to expert. In *Mind over machine*, The Free Press, New York, chap. 1, pp. 16-51.
- Gascon, A. (2002). Étude comparative de trois modes de présentation des alarmes pour la surveillance d'installations électriques. *Mémoire de maîtrise*, École Polytechnique de Montréal.
- Gould, J.D., Lewis, C.H. (1985). Designing for usability – key principles and what designers think. *Communications of the ACM*, 28, 300-311.
- Gould, J.D., (1990). How to design usable systems. In Helander, M. (Ed.), *Handbook of Human-Computer Interaction*. North-Holland, Amsterdam, pp. 757-789.
- Keyser de, V. (1988). De la contingence à la complexité : l'évolution des idées dans l'étude des processus continus. *Le travail humain*, tome 51, no 1, 1-18
- Marine, L. (2002). "Pardon Me, But Your Baby is Ugly..." *Interactions*, Vol. IX.5, septembre-octobre, pp. 35-39.
- Nielsen, J., Mack, R.L. (1994). Usability inspection methods. Wiley, New York.
- Rasmussen, J., Pejtersen, A.M., Goodstein, L.P. (1994). *Cognitive Systems Engineering*. Wiley, New York.
- Robert, J.-M. (2003). Que faut-il savoir sur l'utilisateur pour concevoir des interfaces de qualité ? Dans Boy, G.A. (Ed.). *L'ingénierie cognitive : IHM et Cognition*. Hermès, France.
- Robert, J.-M., Fiset, J.-Y. (1992). Conception et évaluation ergonomique d'une interface pour un logiciel d'aide au diagnostic: une étude de cas. *ICO*, 4 (1-2), 67-73.
- Shepherd, A. (1989). Analysis and training in information technology tasks. In D. Diaper (Ed.). *Task analysis for human-computer interaction*, Ellis Horwood, Chichester, pp. 15-55.
- Tullis, T.S. (1993). Is user interface design just common sense ? *Proceedings of HCI International '93 Conference*, Orlando, FL, Aug., V 2, p. 9-14.