

## **Communications V**

### **Normalisation des systèmes complexes**



# Application de normes pour la conception de salles de contrôle des navires plates-formes : intérêts et limites

**Francisco DUARTE**

(Programa de Engenharia de Produção, PEP /COPPE/UFRJ - Brésil)

[duarte@pep.ufrj.br](mailto:duarte@pep.ufrj.br)

**José Marçal JACKSON FILHO**

(FUNDACENTRO/SC),

**Nora DE CASTRO MAIA**

(PETROBRAS/CENPES),

**Claudia CORDEIRO**

(UERJ)

## INTRODUCTION

Actuellement, un grand nombre de projets d'unités d'exploitations pétrolières *offshore* sont en cours au Brésil. Il s'agit de projets d'importance stratégique pour le pays, car la mise en opération de nouvelles plates-formes représente une augmentation significative de la production de pétrole dans le pays et montre clairement la possibilité d'autosuffisance (substitution complète des importations) dans les deux prochaines années.

Nous souhaitons contribuer à la réflexion sur le rapport entre l'ergonomie et la normalisation à partir de notre participation à un projet de salle de contrôle d'une plate-forme de pétrole au Brésil. Dans ce projet, l'activité des ergonome et les solutions qu'ils ont proposées se sont appuyées et ont été confrontées à diverses normes et réglementations issues de divers organismes de contrôle brésiliens et internationaux. En particulier, la norme ISO 11064 – Ergonomic design of control centers – et la méthode développée par NPD (*Norwegian Petroleum Director*) ont été adoptées. Cette norme et cette méthode présentent des principes généraux de gestion de projets, des méthodes d'analyses techniques (task analysis et job analysis entre autres) et des principes spécifiques d'aménagement et de dimensionnement de poste de travail qui contribuent de façon importante à la construction de locaux de travail adaptés à l'usage. Cependant, des observations de situations de référence ont révélé des aspects

importants du cadre de la production de pétrole au Brésil, non considérés dans cette norme.

D'une manière générale, la plupart des projets en cours au Brésil utilisent des navires plates-formes (FPSO - Floating Production Storage Offloading) et non pas des plates-formes conventionnelles fixes ou semi-submersibles. Il s'agit en réalité de la transformation d'anciens pétroliers en plates-formes de pétrole, avec la particularité d'être établis en eau profonde (colonne d'eau de 2000 m ou plus) et, donc, assujettis à d'amples mouvements selon l'état de la mer. Ces mouvements de l'embarcation entraînent des conséquences importantes dans la conception des milieux de travail, comme nous le verrons ensuite.

## CARACTÉRISTIQUES DU PROJET ET MÉTHODOLOGIE

L'intervention ergonomique présentée ici a eu pour but de contribuer au projet d'aménagement des salles de contrôle des deux FPSO (nommés P-43 et P-48). L'entreprise brésilienne de pétrole a été responsable de la conduite des études de base. Pendant cette étape, les concepteurs ont émis le besoin de réaliser des études ergonomiques pour la salle future de contrôle.

Après l'appel d'offres, une entreprise anglo-américaine a été choisie pour mener les études de détail et l'exécution des deux FPSO. Les études de détail ont été réalisées d'abord en Angleterre et ensuite au Brésil, où le projet ergonomique des salles de contrôle a été mis en place, une fois l'équipe d'ergonomie engagée.

L'exécution a été confiée à des chantiers navals de pays distincts : la P-43 a été construite à Singapour et la P-48 au Brésil, ce qui implique des différences importantes dans les constructions.

Des ingénieurs et des techniciens de l'entreprise brésilienne de pétrole ont suivi tout le développement du projet et son exécution. Le maître d'ouvrage avait déjà travaillé dans des plates-formes dans le passé et il avait déjà été désigné comme futur chef de l'une de ces plates-formes. Sur le plan de la gestion des projets, la stratégie de l'entreprise brésilienne a été de faire en sorte que les futurs membres des équipes d'opérations suivent les projets et l'exécution des plates-formes.

L'équipe d'ergonomes a participé au projet de la salle de contrôle, pendant environ 6 mois (entre janvier et juin 2001). Les méthodes utilisées par les ergonomes ont été les suivantes :

1. Analyses de normes ergonomiques (en particulier la norme ISO 11064 et la méthode développée par NPD - *Norwegian Petroleum Directorate*) qui regroupent des réglementations, des modèles et des principes intégrant l'ergonomie au projet d'installations *offshore* norvégiennes (Green et al. 2000) ;
2. Réunions et entretiens avec des opérateurs et des ingénieurs afin de comprendre les enjeux et les objectifs de la maîtrise d'ouvrage ;

3. Visite des deux FPSO (P-31 et P-37) pour analyser les activités de travail dans les salles de contrôle. Les activités des opérateurs de différents secteurs (production, nautique et utilités) ont été observées. Chaque visite a duré 5 jours ;
4. Simulation de la situation future ayant comme support une maquette de la salle de contrôle. L'objectif a été d'évaluer conjointement avec des opérateurs les différentes options de layout (position relative des différentes équipes d'opération). Cette évaluation a eu pour base quelques situations d'actions caractéristiques, comme le déchargement, la mise en production de nouveaux puits ou les remises d'équipements pour l'entretien entre autres.

En novembre 2003, la P-43 est revenue de Singapour. Elle se trouve actuellement dans un chantier naval à Rio de Janeiro. Sa salle de contrôle est terminée et en phase de test. La P-48 se trouve à une étape semblable dans un autre chantier de l'Etat de Rio de Janeiro. Les deux salles de contrôle ont été évaluées – observations, enregistrements photographiques et entretiens avec des responsables de la maîtrise d'ouvrage et de la maîtrise d'oeuvre – dans les chantiers du Brésil.

## LA NORME ISO 11064 ET LA MÉTHODE NPD

La norme ISO 11064 traite surtout des recommandations relatives à l'application de l'ergonomie et des facteurs humains au projet et à l'analyse de centres de contrôle afin d'éliminer ou de réduire les possibilités d'erreurs humaines (ISO 11064). Cette norme est composée de huit parties :

- Partie 1 : Principes pour projet de centres de contrôle
- Partie 2 : Principes pour aménagement de *control suite* (salle de contrôle et salles annexes)
- Partie 3 : Layout de la salle de contrôle
- Partie 4 : Dimensions et layout des postes de travail
- Partie 5 : Pupitres et commandes
- Partie 6 : Ambiance pour centres de contrôle
- Partie 7 : Principes pour évaluation de centres de contrôle
- Partie 8 : Exigences ergonomiques pour applications particulières

Les deux premières parties se trouvent au stade de publication depuis 2001 et les autres, jusqu'au début de 2004, n'avaient pas encore adopté leur version définitive. Outre des recommandations spécifiques de layout (configuration et position relative des postes de travail) et de dimensions physiques (antropométriques) des postes de travail (parties 2, 3 et 4), sont présentés des principes de cette norme qui visent l'inclusion de l'ergonomie et des facteurs humains dans le processus du projet (partie 1). Cette partie 1 a été surtout employée

dans notre projet pour inclure dans nos méthodes la visite de situations de référence. Ces principes sont assez semblables à ceux rencontrés dans les méthodologies de projet de l'ergonomie de l'activité, et particulièrement dans la méthodologie de la situation future probable/possible présentée par Garrigou, Daniellou, Carballeda et Ruaud (1995). Parmi eux, on peut mentionner l'analyse de situations de référence (situational analysis), l'intégration de l'ergonomie aux autres domaines techniques de l'ingénierie (integrate ergonomics in engineering practice) et la participation des futurs usagers au projet (ensure user participation).

Ces principes de la norme ISO 11064 ont aussi servi de base à la révision de la méthode employée par NPD - Norwegian Petroleum Directorate - service norvégien régulateur des activités offshore, pour guider les équipes de projet de centres de contrôle. Cette révision représente une adaptation de la norme ISO 11064 aux conditions de la production offshore norvégienne. Cette révision réalisée en 2001 a été justifiée par de récents accidents, par des problèmes relatifs aux conditions de travail dans les salles de contrôle et par des transformations nouvelles et profondes qui se sont produites dans le monde du travail sur les plates-formes de pétrole de la Mer du Nord (Herber, 2003, Throndsen, 2003 et D. Hoivic, 2003).

Quelques-unes de ces transformations, également constatées sur les plates-formes brésiliennes mentionnées par Green et al. 2000, sont les suivantes :

- attribution de nouvelles fonctions et tâches dans la salle de contrôle, telles que fonctions de communication via radio, supervision et opérations de nautique ;
- augmentation du volume des informations et de la complexité des interprétations ;
- intégration des fonctions d'urgence et de contrôle de processus ;
- concentration croissante vers la réduction des coûts, menant à la restriction du nombre d'opérateurs de salle de contrôle.

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les analyses des situations de référence ont fourni les principaux éléments de réaction à la proposition initiale des concepteurs. Les communications (fréquence et contenu) entre les différentes équipes, les communications entre leurs superviseurs et leurs opérateurs, le nombre de personnes présentes dans les salles de contrôle dans les différentes situations d'actions caractéristiques et l'usage des systèmes de contrôle, des différents moyens de communication (radio) et d'autres instruments présents dans les salles de contrôle ont fourni des arguments décisifs pour l'élaboration de la solution proposée. Par exemple, l'intensité de communication entre opérateurs de l'équipe de production et opérateurs

de nautique, dans les situations de off-loading (déchargement d'huile), a renforcé le besoin de rapprocher ces équipes et leurs systèmes de contrôle.

Outre le layout, le mobilier et la spécification des équipements d'informatique (pupitre du système de contrôle) ont été l'objet de considérables remarques. Au cours des observations des situations de référence, il a été constaté que des étagères et des placards ainsi que des pupitres du système de contrôle possédaient des dispositifs destinés à les retenir et les protéger des chutes. Les plateformes, en particulier les FPSO en eau profonde, sont des unités de production sujettes à des oscillations selon l'état de la mer. Même soumis à de faibles degrés de balancement, les portes des armoires et les tiroirs des postes de travail s'ouvrent et se ferment ; les chaises se déplacent toutes seules. L'impression ressentie dans les plates-formes visitées était qu'on utilisait des produits conçus pour l'usage en terre ferme et non en haute mer. En effet, le mouvement des navires plateformes entraîne des répercussions importantes sur les conditions de travail qui ne sont pas prises en compte dans la norme ISO 11064, ni dans la méthode NPD. Il s'agit, à notre avis, d'un problème de cadrage de cette norme aux conditions de productions de l'Atlantique Sud.

Un autre problème repéré sur les plates-formes visitées est lié à la communication entre les opérateurs de salle de contrôle et les rondiers. On a constaté que l'interaction entre les opérateurs est rendue plus facile par la mise en place d'un pupitre du système digital de contrôle plus proche de l'unité de production. Grâce à cette station, les rondiers peuvent avoir accès (visualiser) aux principales variables du processus de production, sans avoir le besoin de se déplacer jusqu'à la salle de contrôle. Le problème est que ces salles d'appui des rondiers n'offrent pas toujours de bonnes conditions de travail, puisqu'elles n'ont pas été conçues pour recevoir un poste de travail avec un pupitre du système de contrôle.

L'observation de ce fait a permis la mise en évidence d'un aspect important des projets de FPSO. Ces salles d'appui, où est requise la mise en place du pupitre du système de contrôle, sont classées par les services d'inspection comme lieu "non habitable", puisqu'elles sont situées sous les réservoirs d'emmagasinement du pétrole. Ces salles ne peuvent donc pas être conçues pour abriter des activités de travail considérées comme permanentes.

En raison de l'importance de la fiabilité de l'opération, une discussion plus large entre les projeteurs et les services de classement a été suggérée quant à l'usage de ce pupitre et aux soins qui devront être pris pour le réaliser. Les innombrables normes de sécurité et les exigences des services de contrôle restreignent les possibilités de solution et la prise en considération des besoins des opérateurs dans le projet.

Lors des visites effectuées dans les salles de contrôle, on a pu constater que diverses solutions proposées avaient été modifiées pendant l'exécution, ce à

quoi on pouvait s'attendre. À l'étape de l'exécution, de nouvelles décisions concernant la conception sont toujours prises (Cordeiro, 2003). En l'occurrence, l'inexpérience de l'équipe d'ergonomie en matière de projets navals n'a pas permis de prévoir les difficultés de montage des solutions proposées (par exemple l'isolement acoustique du plancher), ce qui a débouché sur des adaptations diverses, construites par les équipes d'exécution.

De plus, chaque chantier naval possède un réseau de fournisseurs auprès desquels les achats de matériaux sont effectués. Ce fait accroît la nécessité d'un suivi de l'étape d'exécution, pour soutenir les activités de conception encore nécessaires et les modifications apportées aux spécifications. Il faudrait connaître les matériaux disponibles chez les fournisseurs du chantier naval de Singapour et chez ceux de celui de Rio de Janeiro afin d'utiliser les matériaux les plus adaptés au milieu maritime.

Les spécifications de mobilier ont donné lieu à la construction sur mesure des établis sur lesquels sont placés les pupitres du système de contrôle. Le fait de ne pas se servir de matériaux standards dans la construction navale a débouché sur des conflits au sujet des coûts et des délais d'exécution.

Concernant la maîtrise d'ouvrage, les solutions proposées étaient vues comme des spécifications à suivre par l'équipe d'exécution. Une modification quelconque de la part du maître d'œuvre débouchait sur la demande de justifications quelquefois refusées et donc sur des conflits difficiles à négocier. Pour l'entreprise anglo-américaine, les solutions avancées par l'équipe d'ergonomie devaient être présentées comme des recommandations (*guidelines*) et non pas comme des spécifications de projet, pour assurer une plus grande souplesse pendant l'étape d'exécution. En contrepartie, pour l'entreprise brésilienne de pétrole, les spécifications étaient vues comme une garantie de qualité de l'exécution.

Bien que ces faits soient constitués sur les deux plates-formes, on a relevé que, sur la plate-forme construite à Singapour, le niveau de conflit et les difficultés d'adaptation et de transformation des spécifications initiales ont été plus importantes que ceux sur la plate-forme construite dans le chantier brésilien.

L'équipe d'ergonomie n'a participé à l'étape d'exécution d'aucune des plates-formes et, par conséquent, n'a pas pu donner appui aux modifications et décisions prises durant cette étape. Dans quelques cas, comme l'isolement acoustique du plancher et des murs, ainsi que l'éclairage indirect, les solutions proposées auraient pu être simplifiées, et donc, l'exécution facilitée. Les résultats auraient été semblables au niveau de la qualité. Malgré l'inexpérience de l'équipe d'ergonomie dans des projets de construction navale, les résultats relatifs aux deux salles de contrôle ont été considérés comme innovateurs par l'entreprise brésilienne de pétrole (maîtrise d'ouvrage) ainsi que par l'entreprise anglo-américaine (maîtrise d'œuvre).

## CONCLUSION

Comme l'affirme Bucciarelli (1996), projeter c'est naviguer dans un monde de contraintes (normes, spécifications, prescriptions). De plus, en cours de projet, les contraintes et les prescriptions (Hatchuel, 1995) apparaissent d'elles-mêmes. Au vu de notre expérience, deux situations paradoxales attirent notre attention :

- Dans les étapes initiales du projet, des normes ergonomiques de projet de salles de contrôle ont été consultées et exploitées. Des problèmes de cadrage de ces normes de production offshore en eau profonde ont été relevés lors des observations des situations de référence. Si, d'une part, ces normes regroupent un ensemble de facteurs importants pour les conditions de travail, d'autre part, ces repères prescriptifs sont trop génériques et n'abordent pas des aspects importants de la production en eau profonde. Ces repères ont été peu utiles dans la définition du layout, du mobilier et des équipements.
- La présentation de solutions ergonomiques sous la forme de spécifications a diminué la marge d'action de l'équipe d'exécution. Comme les ergonomes n'étaient pas présents pendant cette phase et que le représentant de la maîtrise d'ouvrage considérait les spécifications comme des garanties de qualité, des conflits avaient lieu entre lui et la maîtrise d'oeuvre. Quelques solutions exécutées au pied de la lettre n'ont toutefois pas été les meilleures et ont ainsi permis au maître d'oeuvre de remettre en question l'efficacité de l'activité ergonomique.

Finalement, bien que notre réflexion renforce des aspects connus par les ergonomes dans la conduite de projet – la tendance de la maîtrise d'oeuvre à se laisser guider par la logique des coûts et des délais, alors que la maîtrise d'ouvrage tend à être guidée par la logique de la qualité de la solution, surtout quand les techniciens sont les futurs membres de l'équipe d'opération des plates-formes – la participation dans des projets *offshore* lance de nouveaux défis à la pratique de l'ergonomie, pas seulement du point de vue technique, mais surtout en raison de la complexité des rapports entre les différents acteurs.

## BIBLIOGRAPHIE

BUCCIARELLI, L. L. *Designing Engineers*, Cambridge: The MIT Press, 1996.

CORDEIRO, C. V. C. *Entre o Projeto e o Uso: A Colaboração da Ergonomia na Etapa de Execução da Obra* – Tese de D.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, março 2003.

D. HOIVIK, C. S. *Introduction to human factors offshore: systematic human factors analysis en design*, IEA, 2003.

DUARTE, F., LIMA, F., CORDEIRO, C., MACEDO, M., ASSUNÇÃO, S., MITRANO, M. & CARNEIRO, S. *Ergonomic Study – Barracuda and Caratinga Control Room*, Final Report – Milestone 3 – Fundação COPPETEC - Halliburton, Rio de Janeiro, junho 2001.

GARRIGOU, A., DANIELLOU, F., CARBALEDA, G. & RUAUD, S. Activity analysis in participatory design and analysis of participatory design activity, *International Journal of Industrial Ergonomics*, vol 15 311-327; 1995

GREEN, M., COLLIER, S., SEBOK, A., MORISSEAU, D., SEIM, L. A. & SKRIVER, J. A. *Method for Reviewing Human Factors in Control Centre Design*; Norway, 2000.

HATCHUEL, A. *Coopération et Conception Collective. Variété et Crises des Rapports de Rescription*. In Terssac et Friedberg (Eds.), *Coopération et conception*. Toulouse: Octarès, 1996.

HEBER, H. Introduction to human factors offshore: a high level overview and key challenges in the offshore industry in Norway, IEA, 2003.

ISO 11064 – Part 1 - *Ergonomic Design of Control Centres*, 2000.

MAIA, N. C. *Ergonomia em Projetos de Sala de Controle de Unidades Marítimas de Produção* – Tese de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, março 2002

THRONDSEN, T. I. *Ergonomic Design of the control center for the Kristin offshore field*, IEA, 2003.

# Gestion de la production et de la sécurité sur des plates-formes pétrolières offshore dans le bassin de Campos<sup>1</sup>

**Marcelo GONÇALVES FIGUEIREDO**

[mparada@webcorner.com.br](mailto:mparada@webcorner.com.br)

**Denise ALVAREZ**

[alvarez@webcorner.com.br](mailto:alvarez@webcorner.com.br)

**Luciana XAVIER MAIA**

**Martha DA SILVA GONÇALVES**

**Patrícia GAZE CELESTINO**

Departamento de Engenharia de Produção

Núcleo de Estudos em Inovação, Conhecimento e Trabalho (NEICT)

Universidade Federal Fluminense (UFF) - Av. Passo da Pátria, 156, bl. D, sl. 309

São Domingos – Niterói, CEP 24210-240 – RJ – Brasil

## RÉSUMÉ

L'étude en question s'avère comme résultat de notre recherche qualitative, liée au domaine de l'Ingénierie de Production / Ergonomie de l'UFF avec le concours du Sindipetro-NF (Syndicat des Pétroliers du Nord de l'Etat de Rio de Janeiro – Brésil), utilisant comme méthodologie une approche pluridisciplinaire.

Dans la région connue comme le bassin de Campos, est produit environ 75% de la production totale de pétrole au Brésil. L'intérêt pour l'étude de la production pétrolière offshore, parmi d'autres facteurs, se doit surtout aux alarmants indices d'accidents concernant Petrobras et ses entreprises sous-traitées jusqu'à fin 2002, malgré les croissants investissements sur la sécurité, l'environnement et la santé (SMS) qui ont débouché sur l'élaboration et l'implémentation des normes (programme SMS) visant à réduire les impacts négatifs dans ces secteurs. Ce cadre a gagné de l'ampleur internationale après l'accident de la plate-forme P36, début 2001 et de la plate-forme P34, celle-ci ayant donné de la gîte à la fin de l'année 2002. Il faut souligner que, durant les trois années qui ont

---

1. Région située au Nord de l'État de Rio de Janeiro, Brésil. Elle est actuellement responsable d'environ 70% de la production du pétrole et du gaz de Petrobras au Brésil.

précédé l'accident de la P36, il y a eu un total de 93 morts chez les travailleurs: effectifs et soustraits. Selon notre analyse, il a été possible d'identifier que la gestion de l'organisation du travail n'a pas réussi à incorporer ou même appréhender – d'importantes dimensions du travail réel – ce qui rend plus évident l'incompatibilité entre les normes du programme SMS et l'exécution de certaines tâches, compromettant, par conséquent, la sécurité et la fiabilité de ce système sociotechnique complexe de production. Cette incongruité trouverait sa genèse, en partie, dans le décalage existant entre ce que proposent les normes de SMS et les objectifs de production établis par la direction de Petrobras, avec les conséquentes procédures de travail adoptées pour les atteindre.

**Mots-clés :** *Systèmes sociotechniques complexes; plates-formes pétrolières offshore ; sécurité et fiabilité ; gestion de la production et de la sécurité ; prescription et réalité du travail.*

## CONSIDÉRATIONS MÉTHODOLOGIQUES

À notre avis, si l'on travaille sur la question des risques dans les systèmes socio-techniques complexes, il est fondamental d'agir sur une perspective pluridisciplinaire, tout en incorporant les précieux outils de l'ergonomie, les contributions d'autres approches, comme par exemple la psychodynamique du travail qui, autant que la première, met en valeur le savoir-faire des travailleurs, leur expérience accumulée au long des années et leurs connaissances acquises au cours de leur activité. Nous avons construit les conditions propices à faire émerger une parcelle de ce patrimoine en constituant des dispositifs de discussion (des ateliers), composés par les membres suivants : des intégrants de la direction du syndicat, des pétroliers non-syndiqués, des techniciens de différentes activités sur plates-formes, des chercheurs en santé, en sécurité et en environnement de l'UFF ainsi que d'autres institutions. Depuis octobre 2002 jusqu'à juin 2004, ont été effectuées 8 interviews individuelles, outre les 17 ateliers, avec des fonctionnaires et des ex-fonctionnaires de Petrobras – sous-traités et effectifs –, ainsi qu'avec des managers de l'entreprise. Les ateliers, autant que les interviews individuelles, ont comme axe de direction un schéma semi-structuré portant sur des questions ayant trait à la thématique, tous les deux servant comme des déclencheurs des thèmes qui seront approfondis dans une analyse postérieure basée sur les données originaires des sources primaires, secondaires et tertiaires consultées.

Nous avons encore eu l'occasion de faire une visite à l'une des unités de Petrobras (plate-forme P47) qui était accostée aux quais de la ville de Rio de Janeiro.

Tous ces procédés constituent des instruments précieux dans le processus d'in-

vestigation et de connaissance du travail sur plates-formes. Il convient aussi de faire remarquer le traitement et l'analyse des données avec le relevé des matériels déjà existants, issus d'autres recherches précédentes (FIGUEIREDO, 2001, PESSANHA, 1994; CHOUERI, 1991, etc.).

## **SMS CHEZ PETROBRAS : DÉFIS ET CONTRADICTIONS DANS SON IMPLÉMENTATION**

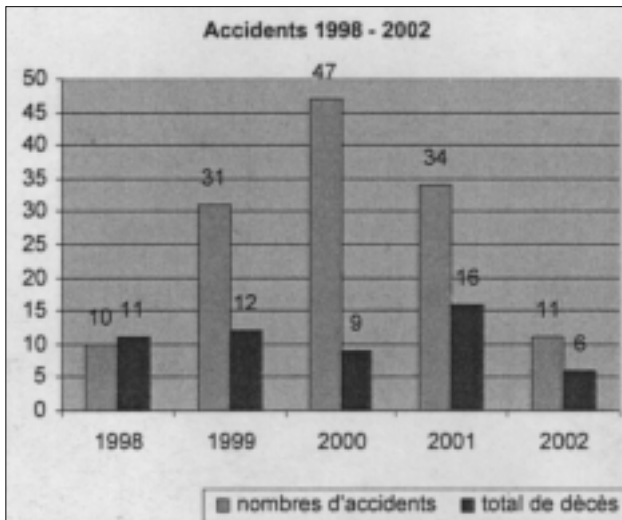
Pressée par les indices négatifs concernant la santé, la sécurité et l'environnement, la Petrobras augmente continuellement ses ressources dans ce domaine. Quelques-unes des données qui ont été mises à la disposition par l'entreprise elle-même ont confirmé cette affirmation, telles que :

- en 1999, l'entreprise a atteint la moyenne de 62 heures d'entraînement par employé, sur investissement de 21,1 millions de reais ;
- en 2001 ont été investis 3 milliards de reais pour faire augmenter la sécurité dans les raffineries ;
- le Programme d'excellence en gestion de l'environnement et de la sécurité du travail a investi 1,3 milliard de reais pour l'automatisation des tuyaux et pour la réduction des résidus ;
- en 2002, l'investissement interne de l'entreprise sur la sécurité du travail et la protection de l'environnement a été de 2 milliards de reais, dont 1 milliard de reais destinés à l'automatisation et à l'intégrité des tuyaux ;
- le Programme de la sécurité et des procédures (PSP) sera mis en oeuvre dans les quatre années à venir à fin de perfectionner le SMS.

Cependant, de tels investissements n'ont pas rapporté les bénéfices attendus, selon les données du bassin de Campos, vérifiées auprès du Sindipetro-NF, se reportant à la période 1998-2002 : 133 accidents avec licenciement, dont 54 fatals. Le graphique page suivante montre ce qui s'est passé année par année.

Ainsi, dans le but de faire l'inversion de cette tendance, l'entreprise a adopté le programme intitulé SMS (Sécurité, Environnement et Santé) comme la meilleure stratégie pour réussir à combattre les problèmes récurrents. En 1996, le segment d'Exploitation et de Production (E & P) a organisé un système intégré pour la gestion de toutes ses procédures tournées vers la sécurité opérationnelle, protection de l'environnement et santé occupationnelle, prenant comme base les normes internationales BS 8800 (Directrices pour systèmes de management de sécurité et santé occupationnelle), ISO 14001 (Spécification et Directrices pour systèmes de gestion de l'environnement) et ISM code (Code International de gestion pour opération assurée (sans risques) des bateaux et pour prévention de la pollution.

En 2000, les plates-formes du Bassin de Campos étaient certifiées et, tout de suite



après, le segment tout entier, ayant culminé par le certificat des Unités Opérationnelles de Petrobras en 2002. De cette manière, a été créée une zone d'affaires appelée «services», responsable de la définition des directives corporatives du SMS. Les autres zones d'affaires, aussi bien que toutes les unités d'affaires, se doivent de respecter ces directives dans leurs départements (GONÇALVES et alii, 2003). Avec les normes qui lui servent de base, le système de Gestion du SMS de Petrobras est basé sur le cycle PDCA (Plan, Do, Check and Act), c'est-à-dire, le processus d'implémentation de ce système passe par les étapes de planning, exécution, vérification et actions de correction. L'utilisation de ce cycle a comme axe de direction la quête d'une amélioration continue proposée par l'organisation.

La forme sous laquelle s'est constituée l'implémentation du système de gestion est une question présente dans les discussions des fonctionnaires – syndiqués et sous-traités – provoquant des opinions conflictuelles par rapport aux bénéfices du système. On estime qu'il existe quelque chose d'inadéquat dans l'implantation puisqu'elle offre des démarches différentes dans chaque région.

En Amazonie, l'approche a été plus écologique, puisqu'ayant englobé un nombre assez significatif de fonctionnaires. Sur le Bassin de Campos, par contre, l'implantation a été faite par des multiplicateurs qui devaient retransmettre les valeurs du programme à d'autres fonctionnaires.

Ayant été choisis parmi plusieurs branches techniques de l'entreprise – pas nécessairement celles de la santé, de la sécurité et de l'environnement – les multiplicateurs ont subi un entraînement de trois jours afin de connaître les concepts du programme. Il a été constaté que la durée du training était insuffi-

sante pour acquérir les connaissances nécessaires, ce qui les a empêchés d'intégrer de manière effective les idées et les principes fondamentaux du programme.

Toujours en ce qui concerne les questions touchant l'implantation, quelques fonctionnaires envisagent le SMS comme un changement organisationnel parmi ceux qui périodiquement sont offerts sur le marché et vendus comme solution idéale pour les problèmes de l'entreprise. Cela révèle, entre autres, les effets de la mauvaise implémentation des programmes antérieurs et la résistance que ces derniers ont fini par susciter en ce qui concerne l'engagement des fonctionnaires vis-à-vis de nouvelles propositions.

Un autre facteur ayant trait à l'implantation du système se reporte aux questions d'ordre économique. Les avancements en Santé, Sécurité et Environnement chez Petrobras peuvent aussi être dus aux besoins de l'entreprise dans le sens d'obtenir des ressources, des prêts et des financements qui garantissent ses activités. Les lignes de crédit mises à disposition sur le marché international aussi que les organismes internationaux qui financent les projets de développement privilégient de plus en plus les entreprises qui ont des préoccupations écologiques, appelées « entreprises vertes ». Dans ce contexte, la question de la Santé et de la Sécurité du travailleur apparaît en tant que co-adjutant puisque les objectifs principaux sont les questions d'environnement qui représentent la garantie des investissements et, par conséquent, une plus grande production ainsi que de plus grandes marges bénéficiaires pour l'entreprise. En ce qui concerne spécifiquement ce dernier aspect, il faut remarquer que cela ne se présente pas comme une entrave aux apports requis par le secteur de la santé et de la sécurité. En effet, il s'agit d'une entreprise qui se détache sur le panorama international, ayant obtenu en 2003, 17,795 milliards, c'est-à-dire, deux fois plus que dans l'année précédente, étant au 5<sup>e</sup> rang des compagnies les plus rentables du secteur pétrolier. Les bénéfices ont été plus élevés que ceux des 12 plus grandes banques brésiliennes, durant une année où celles-ci ont réussi à battre un record de productivité. Toujours en 2003, l'entreprise s'est placée parmi les cinq plus grandes compagnies les plus bénéficiaires parmi celles qui ont des actions à la bourse de New York, comme l'on peut voir sur le tableau page suivante.

## **LA GESTION DE LA PRODUCTION ET DE LA SÉCURITÉ : TENSION PERMANENTE ENTRE PRESCRIPTION ET RÉALITÉ**

Etant l'entreprise leader dans le secteur, elle possède entre autres un fort engagement vis-à-vis des buts de production et il en résulte que, dans certaines situations, les normes et les procédés du SMS ne sont pas accomplis comme ils ont été proposés, ce qui engendre une relation conflictuelle entre les systèmes de gestion SMS et de production. Souvent, de la part des superviseurs, il est exercé une « pression » sur la plate-forme pour que les procédures du SMS ne soient

Entreprises les plus bénéficiaires cotées en bourse de New York :

<b>Entreprises</b>	<b>En milliards de US\$</b>
Exxon Mobil (EUA)	21,5
British Petroleum (ING)	12,3
Shell (HOL)	11,7
Chevron Texaco (EUA)	7,43
Petrobras (BRA)	6,1

Source : Revista Isto É Dinheiro, n.338-25, 25/02/2004.

pas dûment mises en oeuvre, ou qu'elles soient même supprimées dans des circonstances déterminées, vu que cela demande « beaucoup de temps » à être appliqué intégralement, provoquant ainsi des retards. Lorsqu'un fonctionnaire insiste pour accomplir les normes exigées par le programme tout en contrariant l'orientation de son superviseur, on dit qu'il n'est pas « corporatif ». Quelques-uns finissent par céder car ils savent bien qu'ainsi, ils auront plus de chance d'être notés par des « points positifs » sur l'évaluation de performance faite par leur superviseur. Sur quelques plates-formes, la « pression » se fait par l'intermédiaire d'appels téléphoniques venant du bureau central. La nouvelle configuration organisationnelle de Petrobras contribue à ce que les faits se présentent ainsi puisqu'il existe une politique de prime qui offre des prix à l'unité qui générera davantage de bénéfices pour l'entreprise. Quelquefois, on constate, en raison de telles postures, le report d'arrêts importants d'entretien afin de ne pas générer des bénéfices discontinus et de ne pas porter préjudice à l'unité. A ce moment-là, les pratiques du SMS ne sont pas prises en considération.

Le SMS peut être efficace dans la mesure où les procédures établies sont suivies et, pour cela, il est essentiel que les fonctionnaires ainsi que les gestionnaires admettent que les normes sont nécessaires et fondamentales. Les relevés qui en ont été faits jusqu'ici révèlent que cela n'a pas lieu dans la pratique. Le Syndicat (Sindipetro) donne des instructions aux travailleurs de faire en sorte que Petrobras accomplisse ce qui a été établi par les normes. Son avis est celui-ci : du moment où l'outil existe, il faut faire valoir ce qui est écrit, même si les pratiques de l'entreprise ne vont pas dans cette direction. Toutefois, lorsqu'il s'agit d'un système sociotechnique complexe, ce serait équivoque de juger que l'obéissance aux normes soit une garantie de fiabilité et de sécurité du système. Une telle conduite est indispensable cependant, on ne peut pas perdre de vue que dans de telles conditions il existe une marge d'incompressibilité, d'incertitude et d'imprévisibilité, associée à des événements insolites dont le règlement demande l'intervention des opérateurs. Ainsi donc, il faut accorder au collectif une marge d'autonomie suffisante pour qu'il puisse gérer de telles situations, tout en lui rendant possible la mobilisation d'un savoir-faire qui se trouve au-delà des manuels de sécurité et qui fonctionne comme élément de fiabilité (TERSSAC,

Les plus graves accidents ayant eu lieu au long des années 1999-2001 :

Date	Episode	Lieu	Pertes
Nov. 1999	Explosion dans P31	Bassin de Campos	2 fonctionnaires blessés
Jan. 2000	Fuite de 1,3 million de litres d'huile	Raffinerie Duque de Caxias-Baie de Guanabara	Désastre écologique – Pollution de la Baie de Guanabara
Août 2000	Écoulement de 2,3 millions de litres d'huile, provoqué par la rupture des tuyaux	Raffinerie Getulio Vargas – Araucária – Etat de Paraná	Désastre écologique – Pollution des fleuves Barigui et Iguaçú
Fév. 2001	Fuite de 50.000 litres d'huile diesel due à la rupture des tuyaux à huile	Morretes/Paraná	Désastre écologique – écosystème de la région
Mars 2001	Explosion et naufrage de la P36	Bassin de Campos	Mort de 11 fonctionnaires et pertes matérielles d'à peu près 500 millions de dollars
Mai 2001	Fuite de 200 mille litres d'huile due à la rupture d'un tuyau	Condominium de résidences à Tamboré – Etat de São Paulo	Désastre écologique – Pollution de l'environnement
Oct. 2002	Gîte de la plate-forme P34. 25 hommes ont dû se lancer dans la mer	Bassin de Campos	Domage de divers équipements à l'intérieur du navire

Source : Jornal do Brasil, 14/10/2002. Rev. Época, 3/12/2001.

1992). Nous entendons par là que l'on doit rechercher la complémentarité entre l'accumulation formalisée par les normes prescrites et cette capacité de mobilisation du collectif, de manière à ce que ces dimensions se nourrissent continuellement (FIGUEIREDO, 2001).

Si d'un côté nous reconnaissons qu'il existe un fort consensus par rapport au fait que les travailleurs sont les plus grands connaisseurs des tâches qu'ils mettent en pratique, comme l'ont déjà démontré diverses études en ergonomie située (WISNER, 1994), de l'autre, nous sommes obligés de nous mettre d'accord avec Llory (1999) lorsqu'il affirme que « la contribution spécifique et effective des opérateurs n'est presque pas connue ni reconnue. Tout se passe comme si elle était recouverte, enterrée par les procédures ». Les travailleurs acceptent la présence des experts afin d'identifier des problèmes et en indiquer les solutions, mais ils doivent être écoutés et ne peuvent être traités comme de simples exécutants de consignes.

La commission formée pour mettre à jour les causes des accidents les plus importants qui ont touché l'entreprise n'a pas pu bénéficier, au début, de la participation des travailleurs sur plates-formes. C'est encore un symptôme du mépris des connaissances de ces travailleurs. Autant dans le rapport final du Conseil Régional des Ingénieurs de l'Etat de Rio de Janeiro au sujet de la fuite dans la Baie de Guanabara (en 2000) que dans le rapport final de la commission formée afin de désigner les responsabilités concernant l'accident qui a eu lieu dans la P36, il convient de relever que la participation des travailleurs à la commission pour les investigations desdits accidents n'a pas été garantie par

Petrobras, cela n'étant concrétisé que par l'intermédiaire des liminaires judiciaires. Il faut aussi rappeler que la nécessité de faire appliquer la loi par des liminaires n'est pas un épisode isolé. Dans d'autres circonstances, ce recours a aussi été utilisé afin de faire valoir les droits des travailleurs. Le tableau qui suit montre les accidents les plus graves qui ont eu lieu dans l'entreprise et leurs conséquences immédiates (voir tableau page précédente).

## CONCLUSION

L'entreprise a choisi la restructuration organisationnelle et l'adoption des pratiques du SMS comme le meilleur moyen pour combattre les problèmes récurrents. Même en ayant fait des investissements dans le domaine de la santé, de la sécurité et de l'environnement, la manière dont ils ont été déployés n'a pas été propice à l'obtention des bénéfices attendus : drastique réduction des accidents et avancement sur diverses questions relatives au travail offshore. Il nous semble que, jusqu'à récemment, les questions concernant la santé et la sécurité du travail figurent comme co-adjuvants sur un panorama à la recherche incessante de records de production et d'augmentation de la lucrativité et que l'implantation du SMS ne l'a pas mise en route de manière efficace, pas au point de réussir à obtenir l'engagement réel des travailleurs et des directeurs vis-à-vis du programme. Certainement, il y a eu un manque d'adéquation quant au choix des diffuseurs, ceux-ci n'ayant pas suivi l'entraînement nécessaire ; par ailleurs, on a déconsidéré le potentiel de contribution venant de l'expérience des travailleurs lors de la création du programme.

Nous entendons aussi comme étant vitale, une attitude énergique de la part de l'entreprise dans le sens qu'elle rende ses politiques de gestion compatibles. Pour l'instant, il existe deux mouvements de gestion qui ne réussissent pas à dialoguer de manière adéquate : l'un relatif au SMS et l'autre lié à la production. Le premier s'affaiblira s'il n'est pas allié au second de façon à réussir à mettre effectivement en pratique ces procédures de sécurité. Cela sans oublier de mentionner qu'il existe, au sein de l'entreprise, des professionnels sensibilisés par cette question. Faisant partie d'une possible reformulation, surtout si l'on considère les changements qui ont eu lieu au sein de la direction de l'entreprise à partir de 2003, les mécanismes de l'établissement des objectifs à atteindre devraient être revus, sans oublier d'entreprendre un effort pour les rendre compatibles avec l'application des tâches du SMS dans le quotidien du travail.

## BIBLIOGRAPHIE

CHOUERI, Jr., N. (1991). Equipes de perfuração marítima: uma análise das relações sociais, das condições de trabalho e de produtividade. Dissertação de Mestrado, UNICAMP, Campinas, Brasil.

FIGUEIREDO, M. (2001). O trabalho de mergulho profundo em instalações petrolíferas offshore na bacia de Campos: a guerra de 'highlander' contra Leviatã. Tese de Doutorado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

GONÇALVES, M. et alii (2003). Um diagnóstico da organização do trabalho nas plataformas petrolíferas da bacia de Campos e a influência dos investimentos em meio ambiente, saúde e segurança. Projeto Final de Engenharia de Produção. UFF, Niterói, RJ, Brasil.

LLORY, M. (1999). Acidentes industriais – O custo do silêncio. Rio de Janeiro : MultiMais Editorial

PESSANHA, R. (1994). O trabalho 'offshore': inovação tecnológica, organização do trabalho e qualificação do operador de produção na Bacia de Campos. Tese de Mestrado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

SEVÁ FILHO, A. (1997). Riscos técnicos coletivos e desorganização do trabalho: alarmes e emergências na indústria petrolífera brasileira em seu transe de mundialização. Relatório de pesquisa de pós-doutorado. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

TERSSAC, G. (1992). Autonomie dans le travail. Paris : PUF.

WISNER, A. (1994). A inteligência no trabalho : textos selecionados de ergonomia. São Paulo : Fundacentro.



# Conduite du changement dans les services qualité-sécurité de la circulation aérienne : l'effet levier de la norme

**Lionel FLEURY**

Ergonome

**Franck DE WIT**

Ergonome

**Hélène GASPARD-BOULINC**

CENA

## RÉSUMÉ

A partir d'une intervention réalisée par le Centre d'Etudes de la Navigation Aérienne (CENA) dans le cadre du projet Epoques, auprès des sub-divisions Qualité de service et Sécurité (sub-QS) des Centres en Route de la Navigation Aérienne (CRNA), cet article propose de montrer un certain nombre de facettes d'utilisation des systèmes de normalisations dans le cadre d'un projet de conception. Il montre comment à partir de la prise en compte d'une réglementation pouvant être considérée au départ comme une contrainte et devant être appliquée rapidement, le projet va intervenir indirectement sur sa mise en place, et surtout permettre de répondre à une demande initiale des opérationnels concernant la définition d'un outil spécifiquement dédié au traitement des événements opérationnels par l'intermédiaire de l'intervention d'une équipe pluridisciplinaire.

A partir d'une analyse de l'existant dans les cinq CRNA, une description des différentes pratiques a été réalisée, validée et discutée avec l'ensemble des opérationnels puis avec les services coordonnant l'activité de ces centres, les Services de Contrôle du Trafic Aérien (SCTA). Cette première partie du travail va permettre d'influer sur la définition de la tâche prescrite par le SCTA reconstruite pour prendre en compte la nouvelle réglementation, en précisant la reconnaissance des tâches essentielles pour les sub-QS concernant notamment la diffusion d'informations auprès des contrôleurs aériens et de l'encadrement des CRNA.

En parallèle à cette analyse de l'existant, la définition du nouvel outil débute par des fonctions proches de la tâche actuelle. Or face aux pratiques très différentes entre les centres, l'ergonome se place en tant que normalisateur des pratiques. Il

est en effet indispensable à ce moment du projet d'homogénéiser/d'harmoniser les pratiques sur certaines tâches afin de réduire le nombre de fonctions et de faciliter la prise en main par les opérationnels. Le but recherché est de diminuer les coûts de développement. Les tâches sur lesquelles porte cette harmonisation sont sélectionnées en fonction de leur faible valorisation par rapport à la sécurité, de leur répétitivité, tâches au final consommatrices de temps. La nature des données collectées nécessaires au traitement des événements a fait l'objet de cette harmonisation.

Enfin, une troisième étape de la conception consistait à proposer des fonctions permettant d'intégrer les nouvelles pratiques en terme de traitement des événements et de communication, et redonner une part de créativité, d'autonomie centrée sur le cœur du métier des sub-QS.

Au final, l'outil est spécifiquement adapté aux systèmes de normalisations et au modèle de la tâche des sub-QS, avec trois positionnements différents de l'intervention de l'ergonome : une assistance à la définition des procédures, une définition de normes afin d'homogénéiser les pratiques, et enfin une introduction de nouvelles fonctions permettant de travailler en dehors de toute procédure pour analyser les événements.

**Mots Clés :** *contrôle aérien, sécurité, effet levier, réglementation*

## INTRODUCTION

Depuis plus de vingt ans, les dysfonctionnements opérationnels et techniques sont analysés au sein des organismes de la circulation aérienne. Cette analyse, réalisée auparavant de façon empirique, bénéficie désormais de moyens humains et techniques spécifiques, suite à la reconnaissance officielle d'entités spécialisées, les entités Qualité de Service/Sécurité, au sein des centres régionaux de la navigation aérienne et des grandes approches.

Suite à une demande des opérationnels, le projet EPOQUES, Evolutions des POstes de travail des entités de Qualité de sERVICE/Sécurité, a été bâti pour réaliser la définition des moyens techniques. L'objectif principal est de proposer aux Centres en Route de la Navigation Aérienne (CRNA) et au Service de Contrôle du Trafic Aérien (SCTA) coordonnant l'activité de ces centres, des éléments de spécifications fonctionnelles d'un dispositif d'analyse sécurité, intégré dans une architecture d'échanges d'informations. Le champ d'intervention du projet a été défini au départ à partir du contexte réglementaire omniprésent, qui a permis d'approcher les différentes composantes du métier QS.

Au début de l'intervention, le métier des entités **Qualité de service/Sécurité** évoluait rapidement. Un groupe de travail avait été organisé par le SCTA avec

les opérationnels des sub-QS sur l'évolution des procédures de traitement des événements liés à la sécurité. Le rapport présentant les résultats de ce groupe de travail (GT) devait servir de base à la refonte des textes réglementaires, qui était l'instruction 20600 DNA/2/C du 31 janvier 1996 et un manuel SCTA. Plus précisément, on peut lire en introduction de ce rapport que l'objectif de ce GT SCTA était de « proposer à la DNA une nouvelle procédure de recueil et de traitement des incidents et accidents de la navigation aérienne compatible avec les nouveaux textes réglementaires qui concerne la loi du 31 mars 1999, l'ESARR2 (texte européen) et avec le plan d'action sécurité de la DNA ». Les travaux du GT venaient également formaliser les évolutions déjà en cours dans les entités Qualité de service/Sécurité comme l'adaptation des méthodes de travail en raison de l'augmentation du nombre d'événements reportés, et le développement de l'action des entités qualité de service/sécurité en matière de retour d'expérience dans chaque organisme.

Le projet a été lancé dans un cadre réglementaire complexe : les textes en application étaient désuets, les textes européens étaient à préciser et n'étaient pas encore applicables, les manuels SCTA nécessitaient une refonte ; de nouvelles procédures sont alors à définir. Elles vont être réalisées en tenant compte des orientations du métier sub-QS.

### **Leurs missions**

Le rapport du groupe de travail cité ci-dessus était le document le plus fidèle pour présenter les grandes lignes des missions des entités Qualité de service/Sécurité :

« Les organismes de la circulation aérienne ont la responsabilité d'organiser en interne la notification des événements par les agents, leur analyse et la communication associée. Pour ce faire, une fonction Qualité de service/Sécurité est identifiée au sein de l'organisme et une commission locale de la Qualité de service/Sécurité est mise en œuvre ».

Plus précisément, au sein des services Exploitation des Centres Régionaux de la Navigation Aérienne (CRNA), les subdivisions Qualité de Service/Sécurité sont les entités qui ont pour fonction de :

- détecter toutes les insuffisances, dysfonctionnements et/ou dérives ayant un impact sur la sécurité et sur la qualité du service rendu ;
- proposer au chef de l'organisme toute mesure de nature à éviter l'occurrence et/ou le renouvellement d'événements ;
- organiser le retour d'expérience au niveau local, et favoriser la diffusion de l'information vers les organismes considérés ».

En analysant les propositions du GT/SCTA citées ci-dessus, on peut constater que les principales évolutions du métier concernent la mise en évidence du rôle

important de la communication et du retour d'expérience dans le métier de ces entités. Ces évolutions nécessitent des moyens humains et techniques adaptés et spécifiques afin de faciliter ces orientations. Le cadre de l'étude a été entre autre défini par cette considération.

Le projet Epoques va donc devoir définir un dispositif en tenant compte des nouvelles orientations du métier des sub-QS, des différents niveaux de réglementation sans avoir une influence reconnue sur la définition des procédures auprès du SCTA. Le projet va donc afficher au départ la prise en compte de la réglementation comme une contrainte pour la conception. La problématique va consister à anticiper les orientations à ce niveau, voire au final, pour éviter de subir des modifications incessantes sur le dispositif, d'être moteur dans ces modifications de procédure à travers la conception d'un dispositif homogène, l'objectif étant de passer d'une contrainte à un effet levier de la réglementation.

De manière classique, avant d'entamer les différentes parties de la conception, une phase d'analyse de l'existant à été réalisée sur les outils et sur la tâche/activité des sub-QS.

## **ANALYSE DE L'EXISTANT**

Cette étape réalisée sur les différents sites, va permettre d'identifier les difficultés et les présenter à l'encadrement, ensuite de préciser les orientations du métier et pouvoir influencer la définition de la procédure dans les étapes de validation des documents auprès du SCTA. Elle va aussi montrer la diversité des pratiques.

### **Les outils**

Les entités Qualité de service/Sécurité utilisent des outils développés soit par le Service Technique de la Navigation Aérienne (STNA), soit localement dans les centres afin de répondre à des besoins spécifiques. Ces outils amènent à recueillir des données de formats différents, pas toujours synchronisées entre elles, sur des supports d'information différents, provenant de systèmes qui ne sont pas toujours prévus pour communiquer entre eux. Une première conséquence est une certaine difficulté pour le personnel des entités Qualité de service/Sécurité à reconstituer la situation telle qu'elle a été vécue par le contrôleur. Chaque CRNA a développé des procédures différentes de recueil de données.

Une deuxième conséquence est l'existence potentielle d'un écart entre la situation telle que l'a vécue le contrôleur est la situation reconstituée à posteriori.

D'autre part, les logiciels utilisés possèdent des niveaux de fiabilité et de calcul différents, notamment en terme de détection de la distance minimale de séparation entre les aéronefs. Par conséquent, à partir de la notification d'événements

techniques (issue de calculs des systèmes) ou humains, un travail préliminaire est réalisé par le personnel des entités Qualité de service/Sécurité visant à vérifier la validité de l'information proposée par les systèmes ou la validité opérationnelle de l'événement notifié.

L'hypothèse principale est que, du fait des problèmes techniques présentés précédemment, le temps passé par le personnel des entités Qualité de service/Sécurité sur des tâches non directement productives pour la sécurité est important. Cette hypothèse validée par l'ensemble des intervenants du projet va permettre de montrer que la variabilité dans les centres au niveau des procédures n'est pas forcément un gage de qualité du travail réalisé.

### Tâche/Activité

En parallèle à cette analyse des outils, l'analyse de la tâche et de l'activité va permettre d'appuyer les travaux du GT auprès du SCTA. En premier lieu, l'analyse des procédures, montre que le métier est bien plus vaste que les éléments mentionnés dans ces documents. Derrière la définition brute des procédures, la reconnaissance d'un métier des sub-QS sera aussi un fil conducteur important.

En résumé cette activité se décompose en quatre phases ; les sub-Q/S ont pour mission, via la demande d'informations ou de notification, de rechercher les données pour reconstruire puis analyser et communiquer les analyses aux personnes concernées.

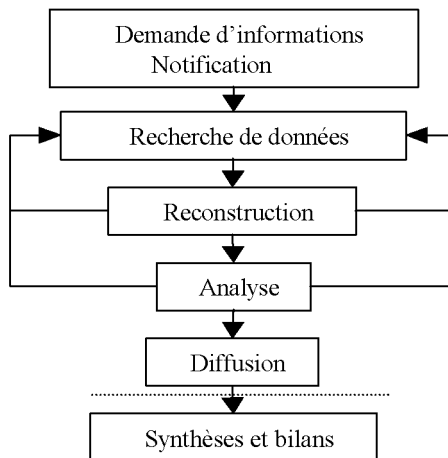


Figure 1 : Déroulement d'une analyse

### *La demande d'informations et la recherche d'informations/pré-analyse*

On retiendra que cette partie du travail des sub-Q/S est caractérisée par la grande variété des situations de travail en raison :

- (1) de la multitude de demandeurs services centraux nationaux ou européens, compagnies aériennes, militaires, justice, services opérationnels intra ou inter centres, français ou étrangers ;
- (2) de l'hétérogénéité dans les demandes (notifications, constitutions de documents, diffusion de données ou d'informations, etc.) ;
- (3) de la multitude d'outils dédiés ou détournés.

Les types de données recueillies, préalables à l'analyse, ont pour objectif, dans un premier temps, de reconstituer la chronologie de la situation. Il peut s'agir aussi d'identifier des données à des fins statistiques. Enfin, les données contextuelles aussi bien humaines ou météorologiques sont recueillies.

Cette partie a fait l'objet de la première étape de conception avec les fonctions proches des méthodes actuelles. La variabilité était telle qu'elle n'a jamais pu être décrite de manière précise et individuelle pour chaque centre.

### *Analyse des évènements et mesures préventives*

Les principes d'analyse identifiés auprès des personnels de sub-QS sont proches de la méthode des « plaques de Reason ». Le but de l'analyse est d'expliquer d'une part quels sont les événements déclencheurs de l'incident et d'autre part pourquoi et comment l'incident a été interrompu avant l'accident. Il s'agit donc pour les opérateurs des sub-Q/S de rechercher les causes soit en raisonnant de façon déductive de type cause à effet soit par des raisonnements inductifs avec notion de probabilité.

Quel que soit le type de raisonnement, les personnels sub-Q/S s'appuient sur différents moyens, en particulier les entretiens avec les opérationnels (avec ou sans auto-confrontations) à l'aide de re-visualisations. Outre l'explicitation des circonstances de l'incident, le rapport d'analyse s'attache à fournir des recommandations ou des mesures préventives. Il s'attache aussi à ne pas porter de jugement dans la mesure où les sub-QS se positionnent clairement dans un système non punitif.

Cette partie a permis de montrer la déontologie qui a été mise en place au cours de l'évolution du métier, système non punitif, anonymat. Elle a permis de montrer que par l'expérience les sub-QS ont construit une méthodologie permettant de gagner la confiance des opérationnels. La base du métier est maintenant clairement définie.

### *Diffusion des informations et communications*

Pour que le travail des sub-QS soit profitable pour l'amélioration de la sécurité, la tâche de communication auprès des opérationnels est fondamentale. Les

constats autour de la communication, effectués en milieu opérationnel, indiquent que celle-ci est riche et variée aussi bien en terme de types de messages à faire passer, qu'en terme de personnels à qui les messages sont adressés.

Or aucun outil n'a été directement conçu dans cette optique, notamment pour garantir l'anonymat de l'information et diffuser l'information en dehors des locaux des entités Qualité de service/Sécurité.

La mission de communication est spécialement délicate car l'objet de la communication concerne parfois des pratiques « déviantes » (par exemple le dépassement de la capacité d'un secteur) tout en restant dans le cadre d'un système non punitif.

Cette partie va montrer l'importance de cette tâche jusqu'alors sous-estimée au niveau temps et difficultés. En effet, suite à la loi du 29 mars 1999 et au fondement théorique de l'amélioration de la sécurité, les sub-QS se placent dans le cadre d'un système non punitif mais leur positionnement est souvent délicat.

L'exemple typique est celui de « dépassement de capacité d'un secteur » (ou de dégroupement tardif). Les sub-QS peuvent être amenées à re-visualiser une situation suite à la sortie d'un listing du logiciel « Courage » indiquant différents niveaux de « dépassement de capacité de secteur ». Une mesure consiste à « re-préciser » la règle aux contrôleurs concernés. Une autre mesure est d'intervenir dans le cadre de sanctions donc dans un système punitif, ce qui n'est plus le rôle de la sub-QS. Ce type de mesure sort du cadre fixé par les sub-QS, et peut mettre en danger la suite de l'activité de l'entité. La situation est encore plus délicate lorsque pour résoudre ce type de situation, la solution proposée est de détacher le contrôleur en sub-QS à titre transitoire.

Cependant, il est nécessaire de suivre l'évolution de ce « paramètre » dans le temps, ce qui est alors du ressort de la sub-QS. Les sub-QS définissent des critères bien précis pour évaluer la situation : reste-t-il des blancs sur la fréquence, le contrôleur était-il en retard sur le trafic, chaque avion a-t-il eu une réponse à ses demandes? Selon le non respect de ces critères, une analyse plus approfondie est menée.

Certains centres, sur demande de la hiérarchie, intègrent le « dépassement de capacité » dans la définition de la liste des incidents, alors que c'est une cause directe ou indirecte dans les événements. Mais cette évolution peut gêner le positionnement de la sub-QS, même si l'information est réalisée, par la hiérarchie ou par la sub-QS, auprès des contrôleurs.

Pour pallier ces problèmes, certains centres effectuent des actions de sensibilisation à la responsabilité des contrôleurs au niveau juridique. La sub-QS prend ainsi des mesures mais sur le mode de l'information, de façon à bien montrer que le danger existe et les conséquences possibles.

### *Bilans – statistiques*

Le travail des sub-QS consiste à recenser et à saisir en base de données des événements qui seront utilisés par de nombreux organismes pour réaliser des statistiques ou des bilans. Le nombre d'événements transitant par les sub-QS est colossal. Par exemple le volume pour un centre peut être de l'ordre de 2000 fiches d'événements notifiées par les contrôleurs, 29000 alertes notifiées automatiquement par les systèmes (détection basée sur les distances entre aéronefs) dont 1000 feront l'objet d'un traitement approfondi.

Il n'existe cependant pas un indicateur universel de sécurité ; tout le travail en sub-QS repose sur l'observation de nombreux paramètres permettant d'évaluer de façon empirique les modifications du niveau sécurité et d'intervenir à bon escient. Cette étape du travail est très rigide au niveau des procédures, souvent dé-corrélée des autres tâches.

Dans cette partie, de l'analyse de l'existant, le positionnement de l'ergonome consiste à montrer la variabilité, la richesse du travail réalisé par ces entités lors des réunions spécifiques de validation des documents avec les sub-QS puis avec le SCTA. Deux éléments sont à bien identifier dans les débats qui s'engagent :

- d'une part le problème concernant une procédure peut être révélateur d'autres conflits avec les instances prescriptives. La procédure a un caractère officiel et elle est conçue et proposée par des instances hiérarchiques dont l'autorité ou la compétence est plus ou moins bien acceptée, ce qui rejaillit sur l'acceptation de la procédure elle-même ;

- d'autre part les écarts à la procédure peuvent être conçus comme révélateurs d'inadaptations de la procédure prescrite, soit que celle-ci comporte des inexac-titudes ou manque de cohérence interne, soit que sa cohérence externe soit insuffisante (non prise en compte du contexte), soit qu'elle ne soit pas compatible avec les caractéristiques de l'opérateur. Par exemple, pour certains, la procédure Airprox<sup>1</sup> est jugée trop lourde et trop coûteuse par rapport au bénéfice possible pour la sécurité.

Lors des réunions coordination SCTA et sub-QS l'ergonome devait se positionner entre ces deux aspects.

---

1. « Lorsqu'un commandant de bord estime que la sécurité de son aéronef a pu être compromise par la proximité d'un autre aéronef, il rend compte de cet incident, selon les dispositions de l'article 3 et 4 l'arrêté du 1<sup>er</sup> septembre 1995 dans le cadre de la proximité des d'aéronefs, dite procédure Airprox. »

## CONCEPTION D'UN OUTIL PROCHE DE LA METHODE ACTUELLE

L'un des besoins principaux est un gain de temps car une intervention de ce service, en tant que service de prévention, doit être rapide et réactive. Un événement doit être rapidement enrichi sous peine de perdre de l'information ou d'avoir encore plus de difficultés à la récupérer ultérieurement.

Ce gain de temps peut être réalisé en optimisant et en accélérant les recueils d'informations, en harmonisant les outils, en proposant des outils permettant de comprendre plus rapidement la situation. Des outils simples notamment l'IHM, doivent permettre aussi de réduire le temps de formation.

Au début du projet, seules les grandes lignes méthodologiques étaient décrites. Face à la multitude des situations particulières, à l'évolution permanente du métier et à de nombreuses actions informelles, aucun document de type manuel d'exploitation n'était disponible. Il n'y avait donc pas forcément d'homogénéisation entre les différents centres sur le traitement global d'un événement ou sur la recherche de causes. Ce manque d'homogénéité pouvait se situer entre les intervenants d'un centre ainsi qu'entre les différents centres. Il est lié aux problèmes soulevés précédemment par l'utilisation des outils mis à la disposition des entités.

Il est indispensable de simplifier le travail sur les fonctions de recherche et de revisualisation de données. Le positionnement de l'ergonome consiste en l'établissement et la mise en application d'un ensemble de règles ayant pour objet de simplifier, d'unifier et de rationaliser la préanalyse des événements. L'outil proposé dans ces fonctions particulières vise à normaliser, à les rendre conformes aux usages généralement en vigueur. L'ergonome est devenu un normalisateur mais l'approche vise à bien se détacher du Taylorisme dans sa composante standardisation, ne serait-ce que par les termes employés. Harmoniser, avec une connotation artistique, homogénéiser, avec une connotation chimique, seront pour la forme un vocabulaire plus approprié.

### La règle est-elle comprise ?

Sur le fond, des précautions sont prises pour instaurer une règle. Une règle doit correspondre à un besoin et ces fondements nécessitent d'être compris.

Notre attitude face aux règles conduit au constat suivant : les règles sont d'autant mieux admises qu'elles correspondent à un besoin. Ce besoin est évalué par les individus sur des critères subjectifs portant à la fois sur l'évaluation du risque, sur la qualité des informations contenues dans les règles et sur la capacité personnelle de maîtrise. Il est également important que les opérateurs comprennent le contexte et le processus qui ont amené à élaborer une règle. Il faut qu'ils disposent des moyens de comprendre le pourquoi de telle règle et en quoi il est important de la respecter (exemple du mode de calcul, et de son incertitude, de la distance de séparation entre les aéronefs qui engendre les normes de séparation à respecter).

De par l'analyse de l'existant puis d'une conception participative et itérative de ces fonctions, cette première précaution liée à la compréhension de la règle a été maîtrisée.

### **La règle permet-elle le maintien de la performance ?**

Une autre précaution concerne le souci de performance : les situations de travail offrent de nombreuses occasions d'enfreindre les règles, les règlements ou les réglementations lorsque, entre les diverses réglementations qui encadrent un acte de travail, existent des contradictions, ce qui aboutit souvent, de la part des opérateurs, à la réalisation de compromis opérationnels entre, d'une part, la réglementation, et, d'autre part, le maintien des objectifs et d'un certain niveau de performance. Les transgressions et infractions ordinaires dans le travail ont généralement une visée instrumentale et stratégique : l'efficacité. Or, l'outil proposé a été réalisé dans ce sens et présenté comme tel, plus performant, plus rapide et surtout plus fiable, la fiabilité des informations proposée étant un gage de la confiance que les contrôleurs vont accorder au traitement de l'événement.

### **La procédure est-elle acceptée ?**

Une condition majeure de la mise en œuvre de la procédure est qu'elle soit acceptée par celui auquel elle est destinée. Pour cela, il faut qu'il en ressente l'intérêt, qu'il comprenne la justification et qu'il la considère comme partie intégrante de son travail. La mise en œuvre ne devrait pas être motivée uniquement par la contrainte. Il existe différents freins à l'acceptation des procédures : le coût de la mise en œuvre, le doute sur la pertinence de la procédure, la confiance. L'acceptation d'une procédure est liée à la confiance qu'on lui accorde, c'est-à-dire à la capacité accordée à celle-ci d'assurer des résultats corrects. Cette confiance est liée au succès obtenu par l'opérateur avec l'usage de cette procédure.

L'acceptation de la procédure ou du produit a été un des critères les plus importants dans la conception. Sur le choix de certaines données à recueillir, le poids de l'ancienneté de la procédure dans le centre a été très fort face à la fiabilité aléatoire, voire nulle, de la donnée recueillie. La construction d'un argumentaire technique n'a pas toujours été suffisant.

L'opérateur conserve cependant une très grande marge de manœuvre dans l'utilisation de ces premières fonctions quant au choix de la sélection des événements pertinents à analyser.

## **CONCEPTION D'UN OUTIL AVEC LES NOUVELLES METHODES**

Cette partie de la conception de l'outil visait d'une part à répondre aux besoins reposant sur la prise en compte des orientations du travail des entités Qualité de service/Sécurité en terme de diffusion des informations et d'analyse, ce qui

oriente cette conception vers un outil permettant une créativité et une valorisation plus importantes du métier sub-QS. Dans le dispositif, la fonction permettant de réaliser la chronologie de la situation a été un exemple d'innovation.

La précision des règles dans cette partie de la conception était très réduite. La règle décrit le comportement que l'on doit avoir, la manière dont on doit agir, et de son degré de précision dépend le degré d'autonomie qui est laissé aux individus. L'autonomie importante proposée dans le dispositif a cependant rapidement posé le problème de la formation.

D'un point de vue formation, les personnes travaillant dans ces entités possèdent des expériences et des connaissances en informatique différentes. On peut constater que le temps de formation permettant une certaine autonomie est conséquent, le turn-over important limitant la durée d'efficacité d'un individu. La formation est dispensée en interne à l'entité et peut être délicate avec l'utilisation de concepts paradoxaux liés à la sécurité (« la sécurité passe par la réduction des incidents » versus « la conservation d'incidents permet de fiabiliser le système »).

En tenant compte de cet aspect formation trop important dans les premiers essais, les possibilités créatives de l'interface ont été diminuées afin de permettre une acceptation du produit.

Le positionnement de l'ergonome dans cette partie a été de proposer un maximum de capacité de créativité dans l'outil avec comme limite la facilité de formation de la part des opérateurs.

## CONCLUSION

Le projet Epoques est intervenu dans le cadre de la conception d'un dispositif d'aide aux opérateurs ayant notamment en charge l'analyse des dysfonctionnements opérationnels identifiés en partie par des écarts à la règle. Il arrive parfois que certaines transgressions reconnues par le collectif de travail soient validées, légitimées, stabilisées et reprises dans l'évolution et l'amélioration de l'organisation du travail. La sub-QS peut identifier ces aspects et, à un moment donné, changer de mode de fonctionnement en n'intervenant plus puisque la transgression va devenir une règle. Le moment du basculement du mode de fonctionnement est assez délicat à évaluer en laissant une place à l'innovation.

Il est suffisamment difficile d'intervenir dans ce contexte sans avoir de trop grandes contraintes avec les outils.

Dans ce contexte où les opérateurs sont sensibles à la gestion de la règle, voire experts dans ce domaine, l'intervention de l'ergonome dans la conception a dû se positionner avec trois approches complètement différentes et éviter constamment un certain nombre d'écueils :

- lors de l'analyse de l'existant, le positionnement a été d'accompagner le management dans la définition des procédures en apportant une vision opérationnelle de la situation ;
- lors de la conception des fonctions proches des méthodes actuelles, l'ergonome se positionne en tant que normalisateur des pratiques en prenant de nombreuses précautions ;
- lors de la conception des fonctions avec de nouvelles méthodes, l'ergonome propose de grandes possibilités de créativité en tenant compte des aspects de formation.

La réglementation n'est plus une contrainte mais un moyen d'accélérer le processus de décision pour passer dans une phase de développement d'un outil homogène: un effet levier.

## **BIBLIOGRAPHIE**

GASPARD-BOULINC, H., JESTIN, Y. & FLEURY, L. (2001). Programme de travail du projet « Epoques » CENA/NT01- 644.

EUROCONTROL, ESARR 3 : "Use of Safety Management Systems by ATM Service Providers".

DEJOURS, C. (1996). Prescription, transgression et souffrance dans le travail. In J. Girin & M. Grosjean, (Ed.). La transgression des règles au travail. pp 39-50. Paris, L'Harmattan. Rapport du GT sécurité, 2000, sous groupe armement conforme et dégroupement à temps.

MONTMOLLIN, M. (1981). Le taylorisme à visage humain. PUF.

LEPLAT, J. (1998). A propos des procédures, Performances Humaines et Techniques, n° 94, mai-juin 1998, pp.6-15.

POIROT-DELPECH, S.L. (1996). Règles prescrites et règles auto-instituées dans le contrôle du trafic aérien.

# Et si les procédures n'étaient pas applicables ?

**Laetitia BESTIT, Eric HERMANN,  
Sylvie COURTEIX KHEROUF**

[lbestit@gfi.fr](mailto:lbestit@gfi.fr)

[Hermann.cfh@yahoo.fr](mailto:Hermann.cfh@yahoo.fr)

[Scourteix@gfi.fr](mailto:Scourteix@gfi.fr)

## ÉLÉMENTS INTRODUCTIFS

On reproche souvent aux opérateurs de « ne pas respecter les procédures ». Cette allégation sert même d'explication dans certains cas d'accident. En cas de non-respect avéré d'une procédure, deux questions se posent :

- Pourquoi n'a-t-elle pas été respectée ?
- Est-elle respectée habituellement ?

Une analyse approfondie donne alors souvent une vision étonnante : dans quelques cas particuliers, la procédure est inapplicable, voire dangereuse à appliquer, et généralement, le résultat est meilleur lorsque les opérateurs n'appliquent pas la procédure<sup>1</sup>. La plupart du temps, la procédure est appliquée de façon tronquée ou inexacte et un retour à la procédure écrite confirme que cela marche plutôt moins bien qu'avant.

L'analyse montre que le Retour d'Expérience sur l'application des procédures fonctionne rarement, ou seulement jusqu'à un niveau de responsabilité qui ne peut ni se déjuger par rapport au fonctionnement habituel, ni remettre en cause les procédures ou consignes en place.

Les projets industriels comme les projets spatiaux ou aéronautiques doivent répondre à des exigences de qualité, spécialement celles de sûreté de fonctionnement et de respect des délais et des coûts. Pour obtenir des résultats compatibles avec ces exigences, les démarches mises en œuvre les plus efficaces sont celles qui prennent en compte toutes les dimensions du projet :

---

1. Hélène Veyrac, repères pour évaluer le caractère d'aide de consignes, Performances Humaines et techniques, n° 94, mai-juin 1998, pp 16 à 22.

- le management du projet pour assurer la gestion des différentes tâches recensées, leur mise en cohérence et leur suivi budgétaire ;
- les aspects techniques et la mise en œuvre des technologies de façon opportune pour répondre aux besoins spécifiés ;
- les aspects Facteurs Humains permettant d’anticiper si les comportements attendus pour l’utilisation des systèmes techniques est compatible avec les connaissances générales relatives à l’homme et plus précisément dans les situations concrètes auxquels les opérateurs auront à faire face ;
- la sûreté de fonctionnement vérifiant que les systèmes conçus seront opérationnels pour les objectifs prévus, dans les conditions réelles de fonctionnement - nominales et non nominales - et dans les contextes prévisibles ;
- la qualité afin de définir les critères nécessaires pour chaque tâche et de vérifier qu’ils ont été pris en compte.

Concernant les aspects Facteurs Humains, la réussite des expériences réalisées en microgravité dans les projets spatiaux ou la livraison de l’avion dans les délais négociés entre compagnie et organismes de maintenance passent par la mise à disposition des utilisateurs<sup>2</sup> de procédures faciles à utiliser, c’est-à-dire à mettre en service, à opérer et à ranger.

Ces outils d’aide au travail doivent :

- permettre à l’utilisateur de maîtriser le système de façon rapide, c’est-à-dire de se construire rapidement, à l’aide des interfaces d’opération du système, une représentation mentale pertinente du système, comment il marche et comment interagir avec lui ;
- de minimiser les possibilités d’erreur de manipulation qui pourraient dégrader la qualité des données :
  - par omission d’une action, d’une phase de procédure ;
  - par confusion entre deux états du système proches par leurs traits de surface ou entre deux sous-ensembles du système utilisés dans différentes procédures ;
  - par tout autre écart par rapport à la conduite du processus (manque de coordination entre actions, non-respect des temps affectés, etc.) ;
- permettre à un opérateur prenant conscience d’une erreur effectuée de la corriger facilement et sans risque d’introduire d’autres erreurs.

Les procédures, plus spécialement examinées dans cet article, sont au cœur de la problématique de réalisation de l’expérience, tout au long du projet, parce

---

2. Spationautes dans le premier cas, opérateurs de maintenance dans le second exemple.

qu'elles ont pour but de permettre aux spationautes de faire face aux situations<sup>3</sup> qu'ils sont susceptibles de rencontrer dans le cas du spatial. Elles sont toutes aussi centrales dans la réalisation du processus de maintenance avion.

## **CARACTÉRISTIQUES DE BASE DES PROCÉDURES**

On illustrera dans cet article, au travers des retours d'expérience effectués dans les domaines du spatial et de la maintenance aéronautique, les caractéristiques de base des procédures.

### **Exhaustivité des procédures par rapport aux situations**

Par exemple, dans le spatial, on a pu constater que les procédures doivent être adaptées aux situations concrètes que rencontrent les spationautes. Les expériences sont conçues sur terre et les situations concrètes en microgravité peuvent être différentes. En particulier, les situations non nominales nécessitent la présence dans les procédures d'aides adaptées à ces situations. Une telle option nécessite de définir précisément toutes les situations concrètes auxquels seront confrontés les opérateurs : ceci ne peut être réalisé que par des analyses de situations de références (dépouillement de bandes vidéos, vols paraboliques dans le cas de l'espace, analyse de sites existants dans l'industrie). Il y a toujours des sites qui peuvent alimenter cette réflexion : dans l'industrie, c'est un atelier que l'on va automatiser ou la génération précédente d'installation.

### **Étanchéité de chacune des procédures**

Le spationaute doit trouver dans la procédure qu'il suit la réalisation de sa tâche toutes les informations nécessaires. Cela signifie que le rédacteur de la procédure ne pourra en aucun cas lui demander de se reporter à un autre document pour trouver la solution à un problème. Dire que les procédures sont étanches veut dire que chaque procédure contient toutes les informations dont l'opérateur a besoin face à une situation identifiée. Donc ces situations ont été recensées, mais aussi les besoins en « prothèse » de l'utilisateur, qui peuvent être différents suivant que l'on affaire à un trou de mémoire lors d'une situation routinière, à un comportement du système différent de celui attendu ou à une panne imprévue : dans chacun de ces cas, l'utilisateur devra trouver des réponses à des questions aussi différentes que « que faire dans ce cas de figure ? », « que peut vouloir dire cette alarme ? », « comment revenir à un état stable ou connu ? ».

---

3. Par situation, on entend l'ensemble du but à atteindre, des moyens disponibles, des contraintes à respecter, du contexte dans lequel se déroule l'activité destinée à atteindre le but.

## **Lecture à plusieurs niveaux : les multiples fonctions des documents de procédures**

Nous avons pu constater que, si le support documentaire (les cartes de travail) est un support important de l'activité de maintenance, plusieurs décalages existent entre les fonctions initiales de cette documentation et les conditions effectives de sa mise en œuvre dans les ateliers :

- le format de présentation : l'analyse sur site a montré les multiples fonctions remplies par les cartes de travail. Elles servent non seulement de support à l'action mais aussi de suivi de planning et de support de traçabilité (qui a fait quoi) et d'archivage légal ;
- l'organisation de l'information : du fait de la complexité et de l'interconnexion des équipements techniques, la documentation est basée sur un découpage calqué sur celui des équipements : les ATA (Aircraft Transport Association) et un système de renvois entre tâches intra-système. Le nombre de renvois associé à une tâche élémentaire rend impossible la consultation systématique des tâches induites. L'opérateur de maintenance est donc amené, en fonction de la maîtrise qu'il pense avoir de la tâche, à décider s'il a recours ou non à la documentation constructeur ;
- le format de l'information : la généralisation de l'anglais pose des problèmes de compréhension à certains opérateurs pour des tâches spécifiques. Les contrôleurs servent le plus souvent de recours en situation de mauvaise compréhension.

## **Adéquation des procédures avec la réalité perçue par l'opérateur**

Lorsque l'opérateur suit une procédure, il doit pouvoir comparer les conséquences de ses actions aux conséquences attendues pour repérer les écarts éventuels et les corriger. Souvent, des schémas lui permettront de mieux apprécier si son action se situe dans l'enveloppe tracée par la procédure. Sur ce point, il faut insister sur la nécessité de fournir à l'opérateur des marges de tolérance, pas toujours prévues par les concepteurs des procédures. Cette caractéristique sera illustrée par les REX dans les domaines du spatial et de la maintenance.

## **Formalisme cohérent des procédures**

Les procédures d'opération, de maintenance, les procédures d'expériences différentes faites avec une même installation devraient être faciles à distinguer (par exemple par la couleur). Surtout, il importera de donner à l'utilisateur la possibilité de trouver rapidement ce qu'il cherche dans les procédures en les structurant : l'exploration du regard doit être réduite au minimum en mettant toujours à la même place dans la page (papier ou électronique) le titre de la procédure, la phase de l'opération qui est concernée, les éléments importants de cette phase, les moyens de contrôle de l'action, les « warning » à prendre en compte...on proposera un exemple de ce qui a été fait pour le vol PEGASE.

## PERSPECTIVES

On développera de l'intérêt de travailler en parallèle entre la conception de procédures, des systèmes (dont les IHM) avec la prise en compte de la sûreté de fonctionnement.

On insistera sur l'impossibilité de « rattraper » une erreur de conception par des procédures complexes.

On illustrera la pertinence de mener un retour d'expérience permanent.

## BIBLIOGRAPHIE

ISDF, Recommandations pour la conception, la validation et la maintenance de procédures, coll. les condensés pédagogiques de l'ISDF, N° 1.

BOUILLET, D. & LEGRAND, M. (1993). Les mots pour le faire : conception des modes d'emploi. Editions Descartes.

LEPLAT, J. & DE TERSSAC, G. (1990). Les Facteurs Humains de la Fiabilité dans les Systèmes Complexes. Editions Octares.

AMALBERTI, R. (1996). Le pilotage des systèmes à risque. Ed. PUF.

BOURRIER, M. (1998). Le pouvoir sur les règles : la gestion des procédures de maintenance dans l'industrie nucléaire. Revue Performance, n° 94.



# **Application des normes d'ingénierie Facteurs Humains pour l'évaluation ergonomique d'une IHM de supervision innovante**

**V. PAULUS<sup>1</sup>, P. QUELLIEN<sup>1</sup>, H. GUILLERMAIN<sup>2</sup>, C. MAZET<sup>3</sup>**

## **RÉSUMÉ**

Les normes d'ingénierie Facteurs Humains relatives à la conception des systèmes de conduite en vigueur dans le nucléaire situent l'évaluation ergonomique au niveau de chacune des principales phases de conception du système. Moyennant l'intégration de spécialistes FH dans les équipes de conception, la démarche globale préconisée repose sur un processus de Vérification et de Validation des exigences Facteurs Humains (V&V FH).

Pour évaluer et contribuer aux spécifications d'une imagerie de supervision, nous avons appliqué les principes d'une démarche incrémentale de conception, préconisés par les normes. Cette approche, intégrant la représentation et l'évaluation des concepts sur des maquettes, doit favoriser la prise en compte du point de vue de l'utilisateur dans la conception et minimiser les risques d'inadaptation du produit final.

Nous exposons donc dans cette communication les modalités pratiques de notre intervention d'évaluation ergonomique et les difficultés particulières de l'évaluation précoce en conception innovante.

## **NORMES D'INGÉNIERIE FH ET ÉVALUATION ERGONOMIQUE**

Les principes directeurs de l'évaluation ergonomique dans les normes de conception du nucléaire peuvent se résumer de la façon suivante.

---

1. COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE – CEA CADARACHE. Direction de l'Energie Nucléaire - F 13108 Saint Paul Lez Durance Cedex

2. TECHNICATOME - BP 34000 – F 13791 Aix-en-Provence Cedex 03

3. AXILYA, 17 Av. D. Daurat – F 31700 BLAGNAC

Les normes [1], [2], [3], localisent l'évaluation ergonomique au niveau de chacune des principales phases d'élaboration du système de conduite (conception générale, conception détaillée, etc.). Après parution, la norme [4] devrait fournir les modalités détaillées de l'évaluation lors de la conception des centres de contrôle.

Les normes FH prévoient, en amont des projets, des analyses du retour d'expérience (REX) sur des situations de référence du dispositif à concevoir. Elles permettent de formuler les objectifs d'amélioration Facteur Humain pour la conception du nouveau système. Les solutions de conception correspondantes, dès les spécifications générales, doivent faire l'objet d'évaluations ergonomiques à l'aide de supports d'évaluation.

Les lacunes ou les points faibles identifiés doivent être résolus dans la phase ultérieure de conception (approche dite incrémentale) ou bien doivent initier une itération sur les choix de concepts (approche dite itérative en conception générale avant la conception détaillée) ou permettre de départager des solutions alternatives (approche dite comparative, lors de la conception détaillée le plus souvent). Certaines normes [3] fournissent en plus des règles de conception anthropométriques utilisables au stade de la conception détaillée (la norme [5] en attente de parution, devant donner les principes de conception des dispositifs d'affichage et de contrôle-commande).

La méthodologie d'évaluation préconisée repose sur des mises en situations ou simulations de situations sur la base de supports techniques d'évaluation (maquettes) plus ou moins élaborés selon l'objet de l'évaluation et les phases du projet (plan pour des espaces de travail, maquettes informatiques statiques ou dynamiques pour des IHM avec des représentations plus ou moins détaillées selon l'avancée de la conception). L'expérimentation ergonomique requiert ensuite la participation d'utilisateurs les plus représentatifs des utilisateurs finaux pour des mises en situation aussi proches du réel que possible.

Pour contribuer à la conception d'un système de conduite fiable, tant du point de vue technique que du point de vue humain, la démarche d'évaluation doit être précoce et apporter des résultats à des moments où les modifications sur le système de conduite sont encore possibles. Dans les phases précoces des projets, les connaissances sur le système étant encore imprécises, la principale source de difficultés réside dans la représentativité écologique des simulations. Il semble possible de résoudre en partie ces difficultés par une réitération des évaluations à des stades plus avancés de la conception (conception détaillée et après réalisation sur site). Dans cette démarche globale d'accompagnement des projets de conception, l'évaluation ergonomique, intervenant à chacun des stades de conception, doit permettre d'atteindre plus efficacement les objectifs d'amélioration des FH définis initialement. En fin de projet, elle contribue aux dernières modifications avant l'exploitation par les équipes de conduite.

L'évaluation ergonomique s'insère dans une démarche globale de V&V selon les normes [1], [2] et [3]. Si la Vérification (évaluation de l'écart aux spécifications et aux normes) ne requiert pas de démarche ergonomique à proprement parler, la validation (évaluation de l'écart par rapport aux besoins) nécessite le savoir-faire spécifique des ergonomes. Pour ce faire, l'évaluation ergonomique s'appuie sur des évaluations statiques (appréciations subjectives instantanées) et dynamiques (démarches interactives).

## **PROJET D'IHM DE SUPERVISION**

En assistance à un projet plus global de conception du dispositif de conduite d'un réacteur expérimental de nouvelle génération du CEA, nous sommes intervenus en fin de spécifications générales pour l'évaluation ergonomique d'une imagerie de supervision fonctionnelle destinée au responsable de la conduite en salle de commande (le Chef de Quart CdQ).

Soulignons que le choix de concevoir une IHM fonctionnelle pour les CdQ résulte de deux types d'études FH préliminaires :

- l'analyse du retour d'expérience de l'activité des équipes de conduite sur des installations similaires qui avait montré la nécessité de doter le CdQ d'un outil de supervision adéquat pour assurer la gestion des objectifs fondamentaux de l'installation, dépourvu de moyen de supervision propre dans les situations antérieures, le CdQ était en situation de « décideur aveugle » ;
- des travaux de R&D sur les principes stratégiques de la conduite par objectifs et leurs applications dans des IHM fonctionnelles.

La décision de conception générale de fournir aux CdQ un poste de supervision spécifique et les principes de la conduite par objectifs semblaient donc adaptés aux besoins des CdQ. Néanmoins, les représentations fonctionnelles, encore assez éloignées des modèles mentaux des CdQ (représentations topologique et matérielle de l'installation), justifiaient de valider le besoin générique et les principes fondateurs de l'imagerie de supervision CdQ dans un programme d'évaluation ergonomique de plus grande ampleur.

## **PROGRAMME D'ÉVALUATION ERGONOMIQUE POUR LA CONCEPTION DE L'IHM DE SUPERVISION**

Avant de figer cette option de conception et pour contribuer aux spécifications générales de l'imagerie, le programme d'évaluation ergonomique se déroule en deux temps (deux campagnes d'évaluation) :

- d'abord une phase d'évaluation du module de supervision fonctionnel principal :

- validation de l'utilité d'une imagerie fonctionnelle synthétique spécifique CdQ, fondée sur une logique à deux niveaux de représentation conceptuels (une vue synthétique fonctionnelle de l'ensemble de l'installation et au niveau sous-jacent, un suivi spécifique par fonction de conduite) ;
  - évaluation des principes fondateurs de l'IHM fonctionnelle et des fonctionnalités générales ;
  - identification des besoins CdQ d'informations complémentaires pour concevoir un module support à la supervision (plusieurs vues en complément de l'IHM fonctionnelle principale avec des objectifs de conduite, des développés d'informations de synthèse, des messages de supervision, etc.) ;
- ensuite, moyennant les évolutions nécessaires sur le module de supervision principal et la définition générale par les concepteurs (y compris spécialistes FH) du module support à la supervision, une seconde campagne d'évaluation pour :
- la validation finale des concepts et fonctionnalités générales de l'IHM fonctionnelle principale ;
  - l'évaluation des concepts et fonctionnalités générales du module support à la supervision.

Dans le respect des normes d'ingénierie FH décrites précédemment, l'approche retenue pour les évaluations ergonomiques dynamiques fait appel à l'approche par simulations proposée par Maline (1994) [6]. La démarche de simulation des conditions d'utilisation se situe à l'interface des démarches ascendante (analyse de l'activité sur des situations de référence) et descendante (analyse des caractéristiques du projet et de leurs conséquences sur le travail futur des opérateurs) pour aboutir, selon Maline (1994), à la sélection de situations d'actions dites caractéristiques au niveau de l'organisation, des moyens et à la construction des scénarios de tests.

## PROTOCOLE D'ÉVALUATION ERGONOMIQUE

Nous avons choisi comme supports d'évaluation efficaces et adaptés aux objectifs des évaluations, des maquettes informatiques dynamiques et interactives afin de permettre :

- d'une part, de concrétiser les principes innovants et trop abstraits pour être correctement perçus à partir d'illustrations statiques ;
- d'autre part, de mettre en scène des situations écologiques.

Dans la première phase d'évaluation, deux versions alternatives d'une maquette informatique partielle (deux agencements différents des informations fonction-

nelles) ont été développées. Cette phase d'évaluation était, rappelons le, consacrée à l'évaluation ergonomique du module de supervision principal basé sur une logique à deux niveaux (synthèse par fonctions de conduite et suivi détaillé par fonctions au niveau sous-jacent).

La conduite d'une installation nucléaire peut se ramener à la satisfaction d'un nombre limité d'objectifs de conduite liés à la gestion des grands équilibres physiques de l'installation (contrôle des bilans de masse, d'énergie et de réactivité, etc.). Dans une approche objectifs/moyens, chacun de ces objectifs est associé à une fonction de conduite regroupant l'ensemble des moyens nécessaires pour gérer l'objectif.

Les informations relatives à l'atteinte de l'objectif (maintien d'un paramètre physique représentatif de la fonction à l'intérieur de limites de fonctionnement) et à la disponibilité et l'état des moyens de conduite et de sûreté associés, sont regroupées dans des pavés fonctionnels.

La construction globale des images de supervision a consisté à associer les pavés fonctionnels pour couvrir l'ensemble de l'installation avec deux modes d'agencements possibles (les deux versions de l'IHM) :

- soit représenter tous les pavés fonctionnels au sein de regroupements fonctionnels (version tableau de bord, figure 1) de façon exhaustive et indépendamment de la situation de fonctionnement ;

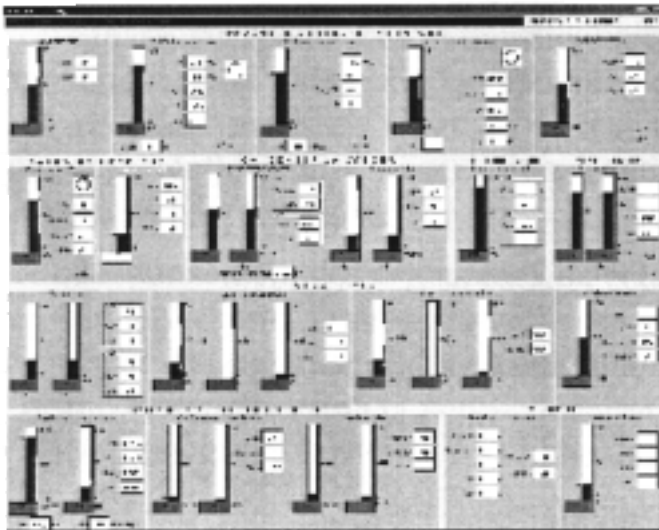


Figure 1 : Version type « tableau de bord »

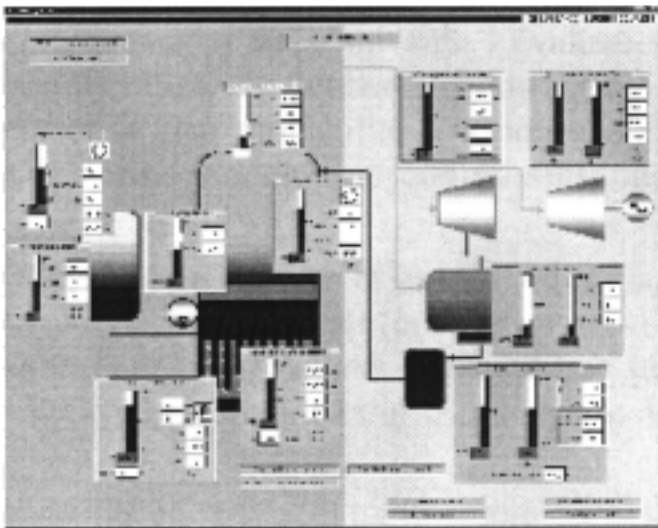


Figure 2 : Version type « synoptique »

– soit représenter le sous-ensemble des fonctions les plus pertinentes pour la situation en cours avec les autres fonctions, accessibles « en second plan » par action sur une icône intégrée dans l'image. Cette alternative présentait l'intérêt, a priori, d'améliorer la lisibilité des images de supervision et de répartir les fonctions abstraites sur une représentation synoptique simplifiée de l'installation (version synoptique, figure 2).

Pour des raisons de confidentialité, la nature des informations de l'IHM CdQ est volontairement illisible.

Pour chacune des fonctions de conduite, une vue de suivi par fonction, accessible à un second niveau, offre des informations complémentaires et plus détaillées sur l'état et la disponibilité des moyens de conduite et enfin des paramètres physiques corrélés à l'indicateur de surveillance principal (paramètre physique principal).

Comme le souligne Reuzeau (2000) [7], c'est un ensemble de facteurs (objectifs de l'évaluation, type d'objet à évaluer, étape de la conception et contraintes du projet) qui convergent vers la définition d'une stratégie expérimentale (méthodes, utilisateurs et outils).

Plusieurs modes de participation des utilisateurs sont envisageables :

- informatif (les utilisateurs apportent des connaissances dans le projet mais n'évaluent pas les solutions de conception) ;
- \_ consultatif (la participation des opérateurs est requise régulièrement lors de campagnes d'évaluation itératives en accompagnement d'un projet) ;

– participatif (les utilisateurs sont intégrés dans les équipes de conception et participent à la définition des solutions de conception et à leur évaluation).

La méthode d'évaluation consultative semblait la mieux adaptée pour les évaluations précoces de l'IHM innovante dans le cadre de notre projet. Cette évaluation était néanmoins contrainte, dans une certaine mesure, par la disponibilité réduite des CdQ.

La participation d'opérateurs représentatifs des utilisateurs finaux pour des évaluations consultatives et itératives s'est donc faite sur la base :

- d'une information préalable sur les principes mis en œuvre dans les applications testées (surtout sur les principes innovants) ;
- d'une information poussée sur les objectifs d'amélioration poursuivis, sur l'étendue des responsabilités des CdQ et sur l'objectif de chaque étape d'évaluation ;
- d'une approche itérative, permettant d'affiner progressivement la portée des évaluations ergonomiques et la validité écologique des mises en situation, parallèlement au déroulement du projet.

Au cours de la première campagne d'évaluation FH (seconde campagne à venir), quatre Chefs de Quart (deux anciens CdQ et deux CdQ en exercice) ont été consultés lors de séances d'évaluation. Après une phase d'appropriation et d'évaluation statique de l'interface (verbalisations spontanées et questionnement des ergonomes), l'étape suivante, l'évaluation dynamique, était fondée sur la simulation d'un incident critique. Les événements du scénario ont été sélectionnés en fonction de leur pertinence et de leur probabilité d'occurrence en situation réelle pour « tester », dans des conditions aussi écologiques que possible, les principes et les fonctionnalités proposés.

Le questionnement des ergonomes dans la phase d'évaluation statique et lors du debriefing suivant le scénario, visait à recueillir les appréciations des chefs de quart (critiques positives ou négatives argumentées, propositions d'amélioration et compléments souhaitables) sur l'utilité (compréhension et pertinence) et l'utilisabilité (présentation, facilité d'utilisation) de l'IHM (principes fondateurs, fonctionnalités).

## **RÉSULTATS DE L'ÉVALUATION ERGONOMIQUE ET DISCUSSION**

Le concept d'une IHM spécifique CdQ dans une logique fonctionnelle à deux niveaux, telle que précédemment décrite, a été globalement pré-validé moyennant des améliorations dont la prise en compte doit être faite en préservant la cohérence de l'IHM fonctionnelle. Des besoins en terme de vues complémentaires ont été exprimés (liste d'objectifs de conduite, page de relevé de quart, liste de messages de limitation). Pour l'organisation de la vue de supervision principale et son agencement, l'ancrage des pavés fonctionnels sur la représen-

tation topographique synoptique a permis de confirmer l'intérêt d'une présentation tendant à atténuer l'abstraction d'une représentation fonctionnelle. L'IHM fonctionnelle synthétique répond donc à un besoin des CdQ moyennant des vues de suivi par fonction en second plan relativement riches, voire des développés d'informations brutes. La distinction fonction principale/fonction secondaire, relative au degré d'importance ou à la dynamique des fonctions de conduite, est globalement validée, tout comme la pertinence des fonctions proposées (à l'exception de l'une d'entre elles).

Nous n'indiquons pas dans cette communication la liste exhaustive des pré-évaluations et des modifications à apporter pour des raisons de confidentialité déjà évoquées et leur intérêt limité pour le lecteur. En revanche, celles-ci doivent être utilisées pour faire évoluer la maquette du module de supervision principal et développer les vues complémentaires du module support.

Toutefois, comme dans toute méthodologie, plusieurs biais limitent la portée ou la validité écologique des évaluations :

- d'abord les limitations potentielles propres à la participation des utilisateurs (difficultés d'expression des besoins ou d'implication lors de discussions abstraites en phase précoce des projets, conservatisme ou rigidité cognitive sur les aspects innovants). Soulignons que l'une des difficultés méthodologiques en ergonomie consiste à trouver les moyens permettant aux utilisateurs de se mettre réellement en situation pour prendre la distance nécessaire par rapport à l'existant et pour exploiter au mieux leur expérience ;
- ensuite, les limites intrinsèques de la démarche de simulation (limites de représentativité des situations sélectionnées et simplifiées).

Du point de vue méthodologique, l'utilisation d'un maquettage dynamique et partiellement interactif paraît nécessaire pour mettre à l'épreuve de « l'utilisation » les concepts abstraits.

Sur la question de la rigidité cognitive, le concept de fonction de conduite est unanimement compréhensible et utile pour la supervision. Néanmoins, certaines des modifications proposées par les CdQ, un peu à l'encontre de la logique fonctionnelle prévalant dans la conception, montrent que la mise en œuvre opérationnelle de ces principes nécessitera probablement une phase de formation préalable pour leur appropriation par les exploitants.

En matière de validité écologique, le scénario jugé « habituel » par les utilisateurs était un choix délibéré pour tester facilement l'IHM. Evaluer les aspects conceptuels d'une interface innovante, sur la base de scénarios complexes, aurait pu nuire définitivement selon nous à l'introduction de ces concepts. Nous ne pensons pas non plus avoir biaisé l'évaluation en faveur de l'acceptation de l'imagerie dans la mesure où les suggestions recueillies ne témoignent ni d'un rejet en bloc, ni d'une acceptation aveugle.

Il est donc souhaitable d'itérer à ce stade de la conception au travers d'une seconde campagne d'évaluation FH en amenant les CdQ à gérer des situations plus complexes (affectant l'équilibre d'un plus grand nombre de fonctions de premier et second plan). Sur la base d'une situation normale, la simulation de plusieurs dégradations critiques (et représentatives de la réalité) permettra de dériver vers une situation de conduite incidentelle voire accidentelle. On cherchera aussi à simuler l'environnement du poste CdQ sous la forme de maquettes papier/carton pour représenter les autres moyens de supervision et les postes opérateurs.

En phase précoce des projets et en conception innovante, les principales difficultés de l'application des normes précédemment citées se situent, selon nous, au niveau de la reconstitution écologique des situations de travail (connaissances limitées sur l'environnement du poste CdQ et difficultés méthodologiques de projection des situations futures) et au niveau de la pertinence de l'évaluation des concepts innovants par des utilisateurs moins « préparés » que ne le seront les utilisateurs finaux (en supposant que les utilisateurs finaux reçoivent une formation adaptée à l'ampleur des changements apportés).

## CONCLUSION

En référence aux normes d'ingénierie FH et moyennant des compromis dus aux contraintes des projets de conception, la première campagne d'évaluation ergonomique mise en oeuvre a déjà contribué efficacement aux spécifications générales de l'imagerie de supervision CdQ et à la définition d'une seconde campagne de validation ergonomique pour amorcer la conception détaillée. Notons que les contraintes les plus pénalisantes sont la limitation des moyens matériels et le manque de disponibilité des personnels susceptibles de participer aux évaluations.

Toutefois, une évaluation ergonomique, même imparfaite (conditions de représentativité écologiques perfectibles), apporte toujours des éléments précieux pour la conception des systèmes de travail (surtout intervenant précocement dans les projets, quand les modifications sont encore réalisables).

Des exigences ergonomiques (bien soulignées dans les normes) semblent en revanche incontournables pour la conception, innovante qui plus est :

- entre autres, l'intégration et la participation active d'ergonomes tout au long du déroulement du projet ;
- ensuite, la participation d'opérateurs désireux d'améliorer leurs outils de travail (y compris modifier en profondeur leurs outils et l'organisation si besoin est) ;

– enfin et plus difficile à obtenir, la condition d'indépendance des ergonomes par rapport aux concepteurs "techniques", est la seule garante de l'impartialité de la démarche.

## BIBLIOGRAPHIE

CEI : "Conception des salles de commande des centrales nucléaires de puissance" Norme CEI 964 - 1989 - 03.

Organisation Internationale de Normalisation : " Conception ergonomique des centres de commande - partie 1 - principes pour la conception des centres de commande" Norme ISO -DIS 11064 -1 (1999).

US NRC : " Human factors engineering program review model" NUREG - 0711, Rev. 1.

Organisation Internationale de Normalisation : " Conception ergonomique des centres de commande - partie 7 - principes pour l'évaluation des centres de commande " Norme ISO -DIS 11064 - 7 (en attente de parution).

Organisation Internationale de Normalisation : " Conception ergonomique des centres de commande - partie 5 - dispositifs d'affichage et de contrôle-commande" Norme ISO-DIS 11064-5 (en attente de parution).

MALINE, J. (1994). *Simuler le travail : une aide à la conduite de projet*. Montrouge : ANACT.

REUZEAU, F. (2000). *Assister l'évaluation participative des systèmes complexes: rôle des savoirs et savoir-faire des utilisateurs dans la conception d'un poste de pilotage d'avion*. Thèse de doctorat d'Ergonomie, CNAM, Octobre 2000.

# Normes et ergonomie, pertinence et limites

**Jean-René RUAULT**

Clef de Voûte Ingénierie

42 Résidence Orée de Marly,

78 590 Noisy Le Roi, France

[ruault@clefdevoute.com](mailto:ruault@clefdevoute.com)

[www.clefdevoute.com](http://www.clefdevoute.com)

## RÉSUMÉ

L'article présente les liens entre la norme ISO 9001 : 2000 et l'ergonomie. Il poursuit en présentant des documents normatifs décrivant le processus de conception centrée sur l'utilisateur humain. Il met en évidence la pertinence de ces documents pour les chefs de projet qui font appel à ces activités, mais aussi les limites que sont l'absence d'identification des livrables, produits de ces activités, et l'absence de prise en compte des autres activités de l'ingénierie des facteurs humains.

## INTRODUCTION

À première approximation, les normes, du point de vue de l'ergonomie, sont celles qui prescrivent les situations de travail, que ce soit des procédures ou des instructions, dans la logique du référentiel ISO 9001 : 2000 (International Standard Organisation), ou des normes concernant la sécurité des postes de travail. Pour autant, les normes peuvent montrer un champ plus large.

Dans un premier temps, il paraît judicieux de préciser la notion de normes, particulièrement dans le cadre de l'ISO. La seconde partie de l'article est consacrée aux liens entre la norme ISO 9001 version 2000 et l'ergonomie. La troisième partie est consacrée aux normes traitant de la conception centrée sur l'utilisateur humain, dans le domaine de l'ergonomie. Après avoir montré la pertinence de ces normes, j'aborderai leurs limites, puis les effets de bord que génère leur utilisation. Je finirais en présentant des axes d'amélioration des normes traitant du processus de conception centrée sur l'utilisateur humain.

## LA NOTION DE NORME

Dans un premier temps, les normes ont été conçues pour harmoniser, rendre cohérent, le fonctionnement de dispositifs, leur permettant d'être interfacés et d'interagir. Ces normes concernent les caractéristiques des produits et ne traitent pas de la façon dont ces produits sont conçus et réalisés. À la fin du XIX siècle, des normes ont été rédigées pour harmoniser les écartements des voies ferrées pour permettre à des trains de circuler sur plusieurs réseaux. Dans la même logique, aujourd'hui, l'écartement des voies, différent entre la France et l'Espagne, réduit la circulation aux seuls trains aménagés pour circuler sur les deux réseaux. C'est aussi une norme qui prescrit que les appareils électriques ménagers vendus en France doivent fonctionner avec une tension de 220 Volt et une fréquence de 50 Hz. C'est la même logique qui a présidé à l'élaboration des normes GSM dans le domaine de la téléphonie mobile ou à celles traitant des protocoles de communication entre les ordinateurs, permettant l'avènement des technologies Internet. Toujours dans la logique des caractéristiques des produits, les normes ont été appliquées pour améliorer la qualité des produits. Pour garantir une qualité de produit, des normes spécifient le niveau de performance attendu ou catégorisent les caractéristiques des produits pour élaborer ensuite des objectifs mesurables et des métriques. Dans le domaine du logiciel, la norme ISO 9126 « présente un processus d'évaluation du produit logiciel qui est basé sur l'adoption de six caractéristiques de qualité et sur une méthode d'évaluation qui couvre le cycle de réalisation du logiciel » (ISO 9126 : 1992, Analyse). Parmi ces six caractéristiques de qualité, l'une concerne plus spécifiquement l'ergonomie. Il s'agit de la facilité d'utilisation ou utilisabilité. Pour autant, cette caractéristique ne prend pas en compte l'ensemble des dimensions de l'ergonomie, tel que le rendement ou l'efficacité. Cette caractéristique est décomposée en sous-caractéristiques ; facilité de compréhension, facilité d'apprentissage, facilité d'exploitation.

En ergonomie, les dix-sept parties de la norme ISO 9241 traitent des dimensions telles que les exigences concernant les claviers, les exigences du poste de travail, les exigences de l'environnement, les principes de dialogue, le guidage sur l'utilisabilité, la présentation de l'information, le guidage de l'utilisateur, les dialogues de type menu.

La normalisation a évolué pour prendre en compte le processus de conception et de développement. L'objectif est de prendre en compte l'ensemble des éléments qui contribuent aux caractéristiques des produits. Dans le domaine des logiciels, la norme ISO 12 207 décrit le processus de développement logiciel. Dans celui de l'ingénierie système, la norme EIA 632 (Electronic Industries Alliance, norme des USA) et la norme ISO 15 288 décrivent l'ensemble des processus mis en œuvre tout au long du cycle de vie d'un système, processus de spécification, de conception, de réalisation, de déploiement, de maintenance,

d'exploitation, de démantèlement. Dans le domaine de l'ergonomie des logiciels, la norme ISO 13 407 décrit le processus de conception centrée sur l'utilisateur humain, la troisième partie de l'article lui est consacrée. Les problèmes rencontrés, tant au niveau de la sécurité, de l'hygiène et de l'environnement, amènent une nouvelle orientation QSE de la normalisation, c'est-à-dire Qualité, Sécurité et Environnement.

Les statuts des normes sont variés. Certaines normes sont prescriptives, tandis que d'autres sont informatives. Certaines normes sont obligatoires, c'est le cas de l'ANAES (norme appliquée en France dans le domaine hospitalier), tandis que d'autres sont d'application volontaire, telle que l'ISO 9001 version 2000.

D'autre part, un certain nombre d'organismes élaborent des normes. Il y a des organismes nationaux, tels que l'AFNOR (Association Française de Normalisation) ou BSI (British Standard Institution) ou internationaux comme le CEN (Comité Européen de Normalisation), des organismes sectoriels internationaux, par exemple l'ETSI (European Telecommunications Standard Institute), dans le domaine des télécommunications et des organismes sectoriels nationaux, tels que l'IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) aux états Unis.

L'ISO est l'organisation internationale de standardisation. Cette organisation fédère les groupes d'experts venant de différents pays. Un certain nombre de normes sont élaborées dans le cadre de l'ISO, puis adoptées au niveau européen par le CEN et au niveau national, par l'AFNOR en France.

La certification n'est pas réalisée par l'AFNOR ou par l'ISO, mais par des organismes indépendants, qui sont accrédités au niveau national, puis au niveau international.

## **LA NORME ISO 9001 VERSION 2000 ET L'ERGONOMIE**

Parmi le vaste ensemble de normes élaborées, l'ISO 9001 est l'une des plus connues. Elle est d'application volontaire, c'est-à-dire que les organismes (entreprises, associations, institutions) choisissent volontairement de s'y conformer.

Apparue au cours des années 80, cette norme, d'abord orientée production, avec une forte composante procédurière, a vu son champ élargi. La version actuelle de la norme, l'ISO 9001 : 2000 (ISO 9001 version 2000), est orientée processus, dans une logique d'amélioration continue. Cette norme est générale. Dès lors que cette norme a une portée, pouvant être appliquée tant chez un artisan plombier, qu'au sein d'une administration d'état, que dans une grande entreprise qui réalise et commercialise des produits ou dans une société de service proposant des prestations intellectuelles, elle est relativement peu précise et doit être interprétée et adaptée au contexte de l'organisme qui choisit de s'y conformer.

La norme se présente sous la forme de sections, traitant chacune de points particuliers :

- section 4 ; Système de management de la qualité, comprenant les sous-sections suivantes :
  - exigences générales ;
  - exigences relatives à la documentation ;
- section 5 ; Responsabilité de la direction, avec les sous-sections :
  - engagement de la direction ;
  - écoute client ;
  - politique qualité ;
  - planification ;
  - responsabilité, autorité et communication ;
  - revue de direction ;
- section 6 ; Management des ressources, avec les sous-sections suivantes :
  - mise à disposition des ressources ;
  - ressources humaines ;
  - infrastructures ;
  - environnement de travail ;
- section 7 ; Réalisation du produit, comprenant les sous-sections :
  - planification de la réalisation du produit ;
  - processus relatifs aux clients ;
  - conception et développement ;
  - achats ;
  - production et préparation du service ;
  - maîtrise des dispositifs de surveillance et de mesure ;
- section 8 ; Mesures, analyse et amélioration avec les sous-sections :
  - généralité ;
  - surveillance et mesures ;
  - maîtrise du produit non-conforme ;
  - analyse des données ;
  - amélioration.

*Stricto sensu*, les exigences de la norme sont peu nombreuses. Seules six procédures documentées sont exigées. De plus, il est loisible de définir un document ou un formulaire comme tenant lieu de procédure.

Traitant des ressources humaines et de l'environnement de travail, la section 6 est celle qui présente les impacts les plus directs de la norme ISO 9001 : 2000 sur l'ergonomie de l'activité et des conditions de travail. La mise en œuvre de la section 7, traitant des procédures de conception et de production, a des impacts sur le travail, plus précisément dans le champ de l'écart entre activité prescrite et activité réelle, toujours dans le champ de l'ergonomie de l'activité. S'il est conseillé que les opérateurs écrivent eux-mêmes les procédures et instructions, la norme n'a, à ce niveau, aucune exigence. L'ISO 9001 : 2000, norme de résultat, s'attache seulement à ce qui doit être fait, sans spécifier le comment, c'est-à-dire qui doit faire quoi.

D'autre part, la section 7 traite des processus relatifs aux clients, de la conception et du développement. À ce titre, la section 7 concerne l'ergonomie de conception, dans la perspective où le produit conçu doit être adapté aux besoins des utilisateurs. Cette ergonomie de conception couvre de nombreux aspects, aussi bien physiques (la préhension de dispositifs, tels que des manettes de jeu, etc.) que cognitifs (globalement l'ergonomie des logiciels, par exemple), mais aussi l'accessibilité. Il s'agit là d'une évaluation que les anglo-saxons appellent l'évaluation summative (cf. ISO 18529, p 16, « Evaluate designs against requirements »).

Quant à la section 8, elle concerne, là encore, l'ergonomie de conception, du point de vue de l'évaluation, ce que les anglo-saxons appellent l'évaluation formative (cf. ISO 18529, p 16, « Evaluate designs against requirements »).

## **LES NORMES ISO TRAITANT DU PROCESSUS DE CONCEPTION CENTRÉE SUR L'UTILISATEUR HUMAIN**

Il existe des documents, qu'ils soient normatifs ou pas, proposant une description d'un processus métier. C'est le cas de l'ISO 12207 pour le processus de développement logiciel et du processus unifié de développement logiciel proposé par des consultants d'IBM Rational (JACOBSON et al. 2000). Il en est de même en ergonomie. Le processus de conception du point de vue de l'ergonomie est décrit par MAYHEW (1999) dans « usability engineering », et dans le document normatif ISO 13407 relatif au processus de conception centrée sur l'utilisateur humain pour la conception de systèmes interactifs.

L'approche processus permet d'identifier un ensemble d'activités corrélées et interactives. Le produit de chaque activité est un livrable (artefact au sens du processus unifié de développement logiciel, enregistrement au sens de l'ISO 9001 : 2000) qui, le plus souvent, est une entrée de l'activité suivante. Ces activités sont réalisées par des opérateurs au sens large (des travailleurs au sens du processus unifié de développement logiciel). Dans le contexte du processus de conception centrée sur l'utilisateur, les opérateurs sont des ergonomes, des ingé-

nieurs utilisabilité, des ingénieurs facteurs humains, des anthropologues, des sociologues, etc. Les opérateurs s'appuient sur des éléments d'entrée, des ressources et des méthodes qui sont nécessaires pour réaliser ces activités.

Le champ d'application de l'ISO 13407 est celui de l'ergonomie des logiciels, des systèmes interactifs.

Ce document décrit le processus de conception centrée sur l'utilisateur humain et les principales activités de ce processus comme suit :

- raisons motivant l'adoption d'un processus de conception centrée sur l'opérateur humain ;
- principes de la conception centrée sur l'opérateur humain, comprenant les sous-activités suivantes :
  - participation active des utilisateurs et compréhension claire des exigences liées à l'utilisateur et à la tâche ;
  - répartition appropriée des fonctions entre les utilisateurs et le système ;
  - itération des solutions de conception ;
  - conception pluridisciplinaire ;
- planification du processus centré sur l'opérateur humain ;
- activités de conception centrée sur l'opérateur humain, avec les sous-activités suivantes :
  - comprendre et spécifier le contexte d'utilisation ;
  - spécifier les exigences liées à l'utilisateur et à l'organisation ;
  - produire des solutions de conception (utiliser les connaissances acquises pour mettre au point des propositions de conception à partir de données pluridisciplinaires ;
  - matérialiser davantage les solutions de conception à l'aide de simulations, modélisations, maquettes, etc. ;
  - présenter les solutions de conception aux utilisateurs et leur donner la possibilité d'accomplir des tâches ;
  - modifier la conception en fonction des informations provenant des utilisateurs et procéder à l'itération de ce processus jusqu'à ce que les objectifs de conception soient atteints ;
  - gérer l'itération des solutions de conception) ;
  - évaluer les solutions conçues par rapport aux exigences (plan d'évaluation, fournir un retour d'informations sur la conception, estimer si les objectifs ont été atteints, évaluation sur le terrain, surveillance à long terme, compte rendu des résultats).

On peut utiliser l'ISO 13407 dans un contexte plus large que celui de la conception de systèmes interactifs, mais alors sa pertinence est plus réduite dès lors que certaines dimensions ne sont pas traitées, par exemple, les impacts sur la charge mentale, les aspects thermiques, la veille et la vigilance, la radio-protection.

Depuis sa parution en 1999, d'autres documents normatifs sont venus la compléter dans le domaine du processus de conception. L'ISO 16982 présente les méthodes d'utilisabilité disponibles et propose une grille pour sélectionner celles qui sont les plus adéquates par rapport aux contraintes du projet (délai, coût, disponibilité des utilisateurs, phase du processus de développement logiciel concernée, etc.). Elle est complétée par des études de cas mettant en évidence le rationnel du choix de méthodes d'utilisabilité dans différents projets réels. Elle se termine avec une large bibliographie dans le domaine des méthodes et outils en ergonomie des logiciels.

Cette norme est destinée aux chefs de projet. Ces derniers l'apprécient beaucoup car elle est pour eux un outil pratique de sélection des méthodes pertinentes pour leur projet.

## **ÉTUDE DE CAS : MISE EN ŒUVRE DU PROCESSUS DE CONCEPTION CENTRÉE SUR L'UTILISATEUR HUMAIN SELON LE CADRE PROPOSÉ PAR LES DOCUMENTS ISO 13407 ET ISO 16982**

L'étude de cas porte sur l'évaluation et la correction d'un logiciel d'aide au diagnostic de pannes automobiles (cette étude de cas est la base de celle qui est décrite dans l'annexe B1 du document ISO 16982).

La direction du service après-vente d'une entreprise de construction automobile acquiert un logiciel auprès d'une société de service en lui demandant de personnaliser l'outil en fonction de ses besoins spécifiques. L'objectif consiste à aider les techniciens de maintenance à diagnostiquer les pannes de voiture en fonction des caractéristiques du véhicule. Le système, présenté aux techniciens lors de la formation est rejeté par ces derniers. Le système est difficile à utiliser en raison de l'application d'un mauvais libellé des fonctions. L'intervention consiste, en une semaine (« Echelle de temps très limitée », du point de vue de l'ISO 16982), à corriger l'interface aussi rapidement que possible, mais sans modifier le modèle de données. Le logiciel étant terminé, l'intervention a lieu tardivement dans le processus (« Développement - étape du test de qualification », cf. ISO 16982). L'évaluation est faite avec les utilisateurs du système. Leur activité consiste à maintenir les automobiles, à diagnostiquer les pannes et à les réparer. Le nouveau système est ajouté comme nouvelle fonction à un outil existant (« Adaptation d'un système/produit existant », cf. ISO 16982), et modifie la tâche des utilisateurs (« Modifications importantes dans les travaux », cf. ISO

16982). Dans l'atelier, les techniciens ne peuvent pas utiliser le support d'aide papier, ajoutant des contraintes à l'utilisabilité de l'interface homme-système (« Niveaux de contrainte de précision élevés pour l'interaction », cf. ISO 16982). La prestation consiste en l'évaluation de l'interface homme-système et la conception d'un prototype pour une nouvelle interface par un expert en facteurs humains. À partir de photographies et des documents montrant les tableaux de bord, l'ergonome conçoit un prototype. Après validation par le client, ce prototype est mis en œuvre dans le logiciel.

En cohérence avec les contraintes du projet, les méthodes d'ergonomie utilisées sont :

- l'évaluation experte du système ;
- des entretiens avec un expert du domaine de la maintenance ;
- l'analyse de documents et photographies montrant des tableaux de bord des véhicules ;
- la conception participative d'une maquette avec un outil graphique (Visual Café).

## **INTÉRÊTS ET PERTINENCE DES NORMES TRAITANT DU PROCESSUS DE CONCEPTION CENTRÉE SUR L'UTILISATEUR HUMAIN**

Le document ISO 13407 définit clairement les principales activités de ce processus. Il devient alors possible d'articuler ces activités à celles définies dans le processus de développement logiciel, ISO 12207. Ainsi, à chaque étape, à chaque activité du processus de développement logiciel, on peut faire correspondre une ou plusieurs activités de conception centrée sur l'utilisateur humain à mettre en œuvre dans cette étape. Dès lors, le chef de projet peut organiser les activités de conception centrée sur l'utilisateur humain au sein de son projet.

Le document ISO 16982 aide le chef de projet à choisir les méthodes d'ergonomie qui sont adéquates par rapport au contexte de son projet.

En cela, ces documents sont très pertinents et très appréciés par les chefs de projet pour leur caractère très pragmatique.

## **LIMITES ET RÉSERVES DES NORMES TRAITANT DU PROCESSUS DE CONCEPTION CENTRÉE SUR L'UTILISATEUR HUMAIN**

Si le processus de conception centrée sur l'utilisateur humain et les principales activités qui le composent sont clairement identifiés, en revanche, les livrables de ces activités ne le sont pas. Pas plus que ne sont clairement identifiées les ressources nécessaires pour mettre en œuvre ces activités, au moins grossière-

ment. Enfin, les compétences et les charges nécessaires pour mettre en œuvre ces activités ne sont pas définies. Ces limites rendent difficile la prise en compte de l'ergonomie au-delà des liens entre processus (ISO 12207 et ISO 13407) et la sélection des méthodes d'ergonomie (ISO 16982).

De plus, l'ISO 13407 ne traite que du processus de conception centrée sur l'utilisateur humain dans le cadre du développement d'applications logicielles interactives. Il ne traite pas de l'ensemble des activités de l'ergonomie et des facteurs humains. Pour autant, dans la mesure où ce sont les seuls documents disponibles, ils sont pris en référence de documents concernant le processus d'ingénierie système (ISO 15288) ou qui proposent une description plus fine des activités du processus du cycle de vie de la conception centrée sur l'humain (ISO 18529). S'il est tout à fait possible d'articuler le processus de conception centrée sur l'utilisateur humain, en l'occurrence ISO 13 407, et le processus d'ingénierie système, en l'occurrence la norme EIA 632, en montrant ces limites, RUAULT (2004) met en évidence les travaux à réaliser pour prendre en compte l'ensemble des aspects des facteurs humains dans le cadre de l'ingénierie système.

## CONCLUSION

Les documents normatifs ISO 13407 et ISO 16982 sont des outils pertinents pour rendre compte du processus de conception centrée sur l'utilisateur humain, et les méthodes d'utilisabilité qui peuvent être mises en œuvre dans les activités de ce processus. Les réserves actuelles de ces documents limitent leur utilisation puisqu'ils sont limités au développement d'applications logicielles.

Aujourd'hui, il n'y a aucun document normatif traitant du processus d'ergonomie et des facteurs humains à mettre en œuvre dans le domaine de l'ingénierie système. Pour autant, les documents normatifs relatifs à l'ingénierie système (EIA 632 et ISO 15288) offrent des points d'ancrage aux facteurs humains.

La mise à jour des documents normatifs traitant de l'ergonomie et des facteurs humains, voire la proposition de nouveaux travaux, pourrait concerner le processus d'ingénierie d'ergonomie et des facteurs humains, dans des contextes plus larges que le développement logiciel, dont celui de l'ingénierie système.

## BIBLIOGRAPHIE

EIA 632 : 1998 Processes for Engineering a System.

ISO 9001 : 2000, Systèmes de management de la qualité - Exigences.

ISO 9241 : Exigences ergonomiques pour travail de bureau avec terminaux à écrans de visualisation (TEV).

ISO 12207 : 1995 Technologies de l'information - Processus du cycle de vie du logiciel.

ISO 13407 : 1999 Processus de conception centrée sur l'opérateur humain pour les systèmes interactifs.

ISO 15288 : 2003 Systems Engineering - System Life Cycle Processes.

ISO 16982 : Ergonomie de l'interaction homme/système - Méthodes d'utilisabilité prenant en charge la conception centrée sur l'opérateur humain.

ISO 18529 : Ergonomics - Ergonomics of human-system interaction - Human-centred life-cycle process descriptions.

MAYHEW, D. (1999). The usability engineering lifecycle, San Francisco, Morgan Kaufmann Publishers.

JACOBSON, I., BOOCH, G. & RUMBAUGH, J. (2000). Le processus unifié de développement logiciel, Paris, Eyrolles.

RUAULT, J-R. (2004). Bridging System Engineering and Human Factors Engineering : a step forward, INCOSE 2004.

## **BIOGRAPHIE DE L'AUTEUR**

Jean René RUAULT est consultant, intervenant dans les domaines de l'ergonomie des IHM, des méthodes et outils en ergonomie des logiciels et en génie logiciel, ainsi qu'en assistance à la maîtrise d'ouvrage. Il a complété sa formation initiale en psychologie sociale (DEA avec Serge MOSCOVICI) par des formations complémentaires en informatique industrielle, puis en management de la qualité. Il a collaboré aux commissions Ergonomie des Logiciels et Ingénierie et Qualité des Logiciels et des Systèmes de l'AFNOR. Il collabore au groupe Ingénierie des Exigences de l'AFIS (Association Française d'Ingénierie Système) et est membre de l'AFIHM. Il enseigne l'ergonomie des IHM et publie régulièrement.

# L'approche de la charge mentale de travail des agents des postes d'aiguillage par l'étude des mécanismes de régulation

**Caroline HERVET**<sup>1</sup>

[caroline.hervet@sncf.fr](mailto:caroline.hervet@sncf.fr)

**Gérard VALLÉRY**<sup>2</sup>

[gerard.vallery@libertysurf.fr](mailto:gerard.vallery@libertysurf.fr)

**Christian BLATTER**<sup>3</sup>

[christian.blatter@sncf.fr](mailto:christian.blatter@sncf.fr)

## INTRODUCTION

Cette proposition de communication a pour finalité de présenter quelques aspects d'une recherche que nous menons actuellement dans le cadre d'un travail de thèse autour de la notion de charge mentale de travail. Sans considérer bon nombre de synonymes utilisés pour caractériser la charge mentale : effort mental, coût cognitif, charge attentionnelle, charge informationnelle, astreinte mentale, ressources mentales, etc., ce concept multidimensionnel manque d'homogénéité et de précision tant dans sa définition que dans les moyens concrets mis en œuvre pour son évaluation. Cette notion, qui depuis le début de l'ergonomie a fait l'objet de nombreuses recherches (Broadbent, 1958 ; Brown, 1964 ; numéros spéciaux de la revue *Le Travail Humain*, 1977 ou *Ergonomics*, 1977), suscite toujours, à l'heure actuelle, de multiples questionnements (Journée d'études organisées par les associations Act'ing et Ergonomia, Cassis, 14 et 15 juin 2001), ce qui justifie l'intérêt qu'on peut lui accorder. Néanmoins, dès lors que l'on quitte le niveau conceptuel ou théorique d'un objet de recherche quel qu'il soit pour s'attacher à son étude d'un point de vue

---

1. Université de Picardie Jules Verne, Laboratoire ECCHAT-ConTactS, 80 025 Amiens. France.

2. Université de Picardie Jules Verne, Laboratoire ECCHAT-ConTactS, 80 025 Amiens. France.

3. Unité Sciences Humaines et Sociales, Direction de la Recherche et de la Technologie, Paris, France.

pratique, on est nécessairement confronté, dans notre démarche ergonomique, aux aspects normatifs du travail émanant de sa prescription. Bien évidemment, si cette dernière n'est que l'une des facettes constitutives des systèmes de normalisation (qui, entre autres, comprennent les normes légales et réglementaires), elle est celle à laquelle nous nous intéressons.

## QUESTIONS DE RECHERCHE

Dans la perspective de notre travail, il nous est apparu nécessaire, dans un premier temps, de ré-interroger cette notion d'un point de vue théorique sur quelques uns de ses aspects : comment la charge de travail et ses fluctuations en termes de surcharge, sous-charge sont-elles définies d'un point de vue théorique, mais aussi par les différents acteurs de notre situation d'étude ? Dans quels cadres, modèles théoriques, l'analyse de la charge de travail mental s'inscrit-elle ? Quelles sont les diverses méthodologies permettant son évaluation (indices physiologiques, méthodes subjectives d'évaluation, méthodes comportementales, etc) et que peut-on en dire en termes d'avantages et de limites ? En rapport avec le thème proposé, nous pouvons souligner que certains de ces aspects ont fait l'objet de deux normes relevant de l'organisme de normalisation ISO (Organisation Internationale de Normalisation). Il s'agit des normes ISO 10075 et 10075-2. La norme ISO 10075 s'intitule «Principes ergonomiques concernant la charge de travail mental : termes généraux et leurs définitions ». Elle définit les termes du domaine de la charge de travail mental, y compris la contrainte mentale et l'astreinte mentale. Elle vise à promouvoir l'usage commun d'une terminologie entre experts et praticiens en général dans le domaine de l'ergonomie. En effet, très peu d'auteurs la définissent et lorsqu'elle est définie, il ne semble pas exister de définition acceptée par tous ; même si paradoxalement cette notion paraît faire l'unanimité. Ces ambiguïtés se retrouvent pour ce qui est de la définition même de la charge de travail. A ce sujet, Leplat (1977) distingue deux catégories de définitions complètement opposées : «Celles qui considèrent la charge comme caractéristique de la tâche (donc indépendante de l'opérateur) ; il s'agit alors de la mesure des contraintes imposées à l'opérateur. Celles qui considèrent la charge comme conséquence pour l'opérateur effectuant la tâche (donc complètement dépendante de l'opérateur)» (p.195). Theureau (2002) évoque ce même constat « remarquons que selon Spérandio (1980) « par convention, acceptée maintenant par la grande majorité des auteurs, nous appellerons exigence du travail ou contrainte ce qui caractérise la tâche et réservons le terme de charge mentale pour désigner l'astreinte, c'est à dire l'effet sur l'homme » (p.196). Au contraire, dans Pinsky, Kandaroun et Lantin (1979), le terme de charge de travail est employé pour désigner non l'astreinte, mais des contraintes situationnelles particulières, celles qui consistent en une dégradation de l'état de l'opérateur, un coût global pour l'acteur. Mais, il n'y a pas là une différence fondamentale puisque l'on peut distinguer la

« charge de travail » comme astreinte des « facteurs de charge » comme contraintes. Il s'agit plutôt de la trace dans le discours d'une différence de point de vue » (p.55). La charge mentale est tantôt considérée comme contrainte où elle renvoie aux exigences de la tâche, aux déterminants externes de l'activité (dans ce cadre, la charge est assimilée à la charge prescrite), tantôt comme astreinte où, dans ce cadre là, elle serait la conséquence, le coût pour l'opérateur de l'exécution de son travail.

Quant à la norme ISO 10075-2, elle s'intitule «Principes ergonomiques relatifs à la charge de travail mental. Partie 2. Principes de conception ». Elle s'applique à une conception adéquate du travail et à l'utilisation des capacités humaines dans le but d'assurer des conditions de travail optimales sur les plans à la fois de la santé, la sécurité, le bien être, les performances et l'efficacité en évitant aussi bien une charge de travail trop importante qu'une charge insuffisante afin d'en empêcher les effets défavorables. On retrouve ici l'une des deux conceptions des normes en ergonomie évoquées par De Montmollin (1995) « les normes concernant les limites de l'organisme humain : l'ergonomie des « composants humains » vise à fournir des données conformes aux canons traditionnels de la science (c'est à dire quantitatifs et généralisables) concernant les « caractéristiques et limites » des êtres humains. Les limites ainsi définies peuvent donner lieu à des normes régies par des réglementations au niveau national, européen ou international (Normes AFNOR, ISO, du BIT, etc.) ».

Formant la première partie de notre questionnement, il conviendra, dans le cadre de notre communication orale, de présenter brièvement les prémisses de cette réflexion.

Dans un second temps, nous avons choisi d'appréhender la notion de charge mentale de travail par une étude de terrain autour des stratégies individuelles et collectives de régulation mises en œuvre par les opérateurs lors des fluctuations de la charge mentale de travail en termes de sous-charge, surcharge et de ses déterminants structurels et organisationnels sous-jacents. Ainsi, dans cette perspective, les modes de régulation de l'activité sont considérés comme des instruments d'analyse de la charge mentale de travail. De ce fait, cette analyse des régulations permet une réinterrogation de ce qui a trait à la normalisation en termes de prescription du travail. En effet, dans le cadre du travail réel, les processus de régulation, qu'ils soient relatifs au système socio-technique (c'est à dire pour lequel l'opérateur doit rattraper les écarts par rapport aux normes) ou qu'ils relèvent directement de l'activité de l'opérateur (et dans ce cas, celui-ci modifie ses procédures de travail pour diminuer sa charge de travail), sous-tendent des moments de renormalisation, de réévaluation, de compromis de la prescription du travail. Appréhender le travail réel sous l'aspect de la charge de travail c'est ainsi comprendre les mécanismes opératoires mis en œuvre par les opérateurs pour faire face aux contraintes établies sous forme de normes et prescriptions, plus ou moins bien définies et connues, qui sont souvent conflictuelles

et contradictoires. S'intéresser aux espaces de régulation et à ses mécanismes individuels ou collectifs sous-jacents mis en œuvre, c'est donc se demander quelle est l'influence de la prescription du travail sur l'autonomie des opérateurs, leur créativité et les conséquences sur leur santé voire sur la sécurité et la fiabilité du système ? C'est essayer de voir comment l'activité des opérateurs va s'organiser en référence aux tâches prescrites (les tâches prescrites pour l'activité professionnelle étudiée prennent la valeur de normes réglementaires concernant les procédures). Les procédures prescrites constituent l'essentiel des tâches de nos opérateurs (c'est à dire que l'on est dans le cadre d'une prescription forte de la tâche). Elles sont très détaillées en termes de réglementation de la gestion des circulations ferroviaires pour les dysfonctionnements liés aux installations de sécurité. Si elles reflètent les démarches à suivre lors de la résolution des dysfonctionnements liés aux installations de sécurité, elles sont quasi-inexistantes pour ce qui relève de la gestion des conflits de circulation. De ce fait, de nombreuses zones d'incertitude en résultent. L'analyse du travail permet de mieux comprendre les activités réelles, d'en cerner les difficultés que l'on devra considérer pour la conception de procédures prescrites. Certaines procédures s'avèrent pénalisantes ou rigides pour permettre une gestion optimale du système et les écarts qui en résultent entre leur prescription et leur application s'opèrent par la mise en place d'espaces, de mécanismes de régulation qui ne doivent pas être considérés comme des transgressions de règles, mais comme une souplesse que les opérateurs recherchent et adaptent en vue d'optimiser les performances du système. Ainsi, une étude ergonomique de terrain participera inéluctablement à la conception et au respect des normes, à la définition de l'organisation du travail à mettre en place par la considération des raisonnements et des comportements réels des opérateurs (via les mécanismes de régulation) en situation de travail. Dans ce cadre là, les mécanismes de régulation sont à considérer comme des ressources indispensables à la compréhension du travail en vue de le transformer.

## LE TERRAIN D'ÉTUDE

Caractérisé par un environnement dynamique, notre terrain d'étude concerne les postes d'aiguillage de la Société Nationale des Chemins de fer Français (choisis pour les analyses systématiques selon des déterminants structurels (organisation du poste, fonctions et missions réelles des opérateurs, type de trafics et de circulations, structure du réseau, outils techniques, etc.) et conjoncturels (densité du trafic, dysfonctionnements liés aux installations, aux circulations, aux agents, aux voyageurs et conditions climatiques, la densité et le type de travaux, etc.)), bien définis au préalable tant la diversité de ces situations de travail est importante) dont l'activité s'inscrit dans un collectif de travail au sein du poste (en situation « nominale » ou « normale ») mais aussi à l'extérieur de celui-ci lorsque la situation se dégrade (situation perturbée, situation dégradée). Ainsi, l'activité

de ces agents s'inscrit dans une situation relationnelle importante avec différents types d'interlocuteurs. D'une manière générale, leurs missions comprennent la surveillance de la progression des trains, la vérification du bon ordre de leur succession, la participation à l'organisation des travaux d'entretien des installations, la gestion des événements tels que les retards, les incidents techniques, etc.

## MÉTHODOLOGIE

La finalité première de notre recherche est, pour une situation donnée (qu'elle soit normale ou non et ce quel que soit son degré de dégradation), de connaître la façon dont la charge mentale évolue, s'estompe, se gère sous les divers mécanismes de régulation que les opérateurs mettent en œuvre. Néanmoins, il nous est apparu nécessaire, dans un premier temps, de réaliser des entretiens semi-directifs ayant certes pour intérêt de mieux cerner notre objet d'étude (en demandant aux personnes interviewées de définir la charge mentale), de caractériser les différentes situations existantes en vue d'en définir une gradation, mais aussi et surtout afin de déterminer des facteurs de charge, surcharge, sous-charge, puisque leur identification dans le domaine ferroviaire a fait l'objet d'études peu nombreuses voire même quasi inexistantes si on se place à un niveau international. Ce que nous avons recherché, ce sont des indices de charge mentale permettant d'identifier les éléments de la situation de travail responsables de cette charge.

Toutefois, la mise en œuvre des mécanismes de régulation n'est pas uniquement imputable à l'atteinte d'un seuil potentiellement élevé ou faible de charge mentale. Autrement dit, les manifestations de sous-charge et de surcharge n'expliquent pas à elles seules l'application de stratégies visant à réduire tout écart relatif aux normes et à la prescription du travail. C'est pourquoi, choisir d'étudier la façon dont les opérateurs y font face dans les conditions qui nous intéressent (fluctuations extrêmes de charge) nous amène nécessairement à nous interroger dans un premier temps, concernant notre démarche de terrain, sur les circonstances événementielles, temporelles, organisationnelles, autrement dit sur les déterminants structurels et conjoncturels qui les sous-tendent. A cette fin, une trentaine d'entretiens ont été réalisés auprès de différents acteurs (experts, formateurs, chef de division, dirigeants de proximité, dirigeants opérationnels, régulateurs, adjointe au poste de commandement, agents des postes d'aiguillage (agents circulation, aiguilleurs, agents sonorisation, etc.). Les diverses questions constitutives du guide d'entretien se sont articulées autour des thématiques suivantes :

- caractéristiques personnelles de l'agent ;
- définition, représentation de la charge de travail, charge mentale, surcharge mentale, sous charge pour l'agent ;

- identification des facteurs de variation de la charge mentale en termes de surcharge, sous-charge ;
- classification, quantification de l'influence des différents facteurs (si possible ;
- les différents types de situations (nominale, perturbée, dégradée, etc) et leur définition. Les éléments qui font que, dans certains cas, la situation sera nominale alors que dans d'autres elle sera perturbée, et leur assimilation avec la sous-charge, surcharge ;
- identification des situations avérées de charge d'un point de vue des déterminants structurels et conjoncturels ;
- les indicateurs de charge ;
- la variation de la charge de travail prescrit.

Le discours a été recueilli par enregistrement et retranscrit de manière littérale. Le traitement des données est actuellement en cours et, pour ce faire, nous avons choisi de corroborer deux types d'analyse complémentaires : d'une part, nous utilisons ALCESTE (Analyse des Lexèmes Cooccurrents dans un Ensemble de Texte) qui est un logiciel d'analyse de données textuelles où il s'agit de repérer les énoncés émis au sujet de la charge mentale, de ses facteurs, puis de décrypter les représentations et les discours des divers agents interviewés. D'autre part et en complément, nous procédons à une analyse de contenu thématique pour laquelle nous recoupons, hiérarchisons, comparons les unités de sens dont l'objectif de cette catégorisation se centre plus sur le contenu (sens) des énoncés que sur les mots en eux-mêmes. Ainsi, il s'agit par cette seconde méthode d'obtenir une interprétation assez exhaustive des données recueillies. Même si la finalité de ces entretiens ne concerne pas, en premier lieu, les mécanismes de régulation, la richesse du corpus nous permettra de mettre en évidence l'existence de certains d'entre eux qui sera complétée par d'autres entretiens. Ces derniers auront donc pour thématique la régulation. Ils seront destinés aux mêmes agents pour lesquels les situations de travail feront partie de nos situations d'étude dans le cadre de nos analyses systématiques de l'activité. Ce second guide d'entretien articule les sous thématiques suivantes : la mise en œuvre de processus régulateurs en ce qui concerne la réalisation du travail, la charge de travail mental, la sous-charge et surcharge mentale de travail et les circonstances de leurs manifestations ; sur quoi portent ces régulations et quels en sont les objectifs, sous quelle forme s'opèrent ces régulations (collective et/ou individuelle), y a-t-il des situations de surcharge, sous-charge, de travail que les agents n'arrivent pas à réguler, etc.

L'avancement de nos travaux ne nous permet de présenter que quelques résultats issus de cette première phase de recherche dans le cadre de cette rédaction de communication. Néanmoins, ils ne manqueront pas d'être développés et complétés lors de notre communication orale.

## QUELQUES RÉSULTATS

L'activité des aiguilleurs s'inscrit dans le cadre de trois principales missions se déclinant comme suit :

- sécurité : application des règles et procédures ;
- mouvement ;
- information aux voyageurs.

Selon la charge de travail s'opère une gestion des priorités dans l'exécution de ces missions qui, de ce fait, ne sont pas toutes réalisées. En effet, en cas de charge importante, si la phase sécurité est toujours effectuée dans son intégralité, celle concernant les mouvements est exécutée en fonction de ce qui intéresse le plus les agents et, enfin, celle relative à l'information aux voyageurs est mise totalement à l'écart.

Le degré de réalisation partielle de ces phases semble traduire un certain seuil de charge de travail plus ou moins acceptable pour l'opérateur. De ce fait, il peut constituer un indicateur de charge ou plus précisément de surcharge, s'exprimant sous la forme d'une certaine régulation de l'activité, tout au moins des missions constitutives de cette activité. « *Si on est vraiment accaparé par les deux premières c'est-à-dire, la sécurité et le mouvement, on va faire l'impasse sur l'information voyageurs. Ça sonne, on ne peut pas répondre. Si on répond et bien là, on va se retrouver débordé c'est certain. On n'arrivera pas à faire la dernière partie c'est-à-dire l'information aux voyageurs en téléaffichage...* ». Lorsque la situation devient « anominale » et qu'elle s'accompagne d'une surcharge de travail au poste de commandement (qui participe à l'activité des agents des postes d'aiguillage), la différence en termes de gestion des priorités entre le poste de commandement et le poste d'aiguillage va entraîner une rupture dans la transmission des informations (informations non transmises ou transmises tardivement) du poste de commandement envers le poste d'aiguillage qui sont nécessaires à la réalisation de l'activité de ces aiguilleurs ; ce qui n'est pas sans impact sur l'amplification de la situation en termes de conséquences. Dans ce contexte, le poste d'aiguillage coopère par sa réactivité dans la transmission des informations et la proposition de solutions dont il revient au poste de commandement d'en décider l'application. Ici, on peut parler d'une certaine forme de régulation de la charge de travail et charge de travail mental, se traduisant par une aide ou coopération des agents du poste d'aiguillage envers leurs collègues du poste de commandement. Concernant les aspects prescriptifs du travail, certaines procédures réglementaires sont sources de perte de temps alors que la dimension temporelle est une contrainte forte de l'activité de nos opérateurs. Néanmoins, les ambiguïtés qu'elles peuvent présenter dans leurs applications nécessitent, afin de pallier aux sources d'erreurs, qu'elles soient produites de manière détaillée « *On s'est aperçu que, par exemple, dans différentes phases d'application de procédures, il y avait une phase qui était suscep-*

*tible d'induire peut être des erreurs, donc on va la rendre moins restrictive, donc plus contraignante. Donc, niveau perte de temps, on en aura encore plus ».*

Cet aspect quantitatif des procédures qui n'a cessé de croître au fil du temps est à l'origine d'un souhait de l'informatisation de celles-ci, afin de minimiser la perte de temps. « Mais, il y a une évolution dans les règles de sécurité. Moi, quand je suis rentré à la SNCF, en 1969, l'épaisseur des procédures sécurité c'était à peu près 15 centimètres. C'était des petits livrets. Là, si je te montre tous les règlements, c'est important, très important. C'est-à-dire qu'avant, il y avait très peu de procédures. Maintenant, on essaie de reprendre tous les incidents point par point et leur résolution donc, ça a épaissi, épaissi. Ce qui fait que maintenant, on a beaucoup de procédures ».

*« On a des règlements qui vont du S0 au S9 et ce sont des parcelles et il faut réunir tout cela mais cela, vous le faites mentalement car bon, vous avez une connaissance théorique ». « Avant, en mouvement, on pouvait improviser mais là.... en procédures il ne faut pas oublier que la mauvaise application d'une procédure sécurité et bien, c'est presque un accident de personne aussi bien des voyageurs que des agents sur le terrain. Il ne faut pas oublier cela... ». On voit que les procédures relatives aux missions sécurité sous-entendent une part importante de responsabilité. Toutefois, très vite dans le discours de nos agents, des contradictions apparaissent «On se dit bien entre nous que si on devait appliquer toutes les procédures d'une manière très catégorique, je crois que les trains plongeraient encore plus. On les applique les procédures, c'est certain. Mais, si on nous demandait d'être encore plus tâillon, et on nous oblige à l'être, c'est sûr que les trains plongeraient encore plus. C'est vrai, tu fais dans les règles de l'art c'est à dire que tu ouvres au fur et à mesure le tracé du train alors qu'il ne faut pas le faire. Pourquoi ? Car on aboutit à cela c'est simple ». Les procédures sont donc appliquées à partir de connaissances théoriques intériorisées qui permettent de minimiser les conséquences au niveau du mouvement.*

En effet, l'application stricte des procédures sécurité (mission n°1) serait d'avantage pénalisante pour ce qui relève de la mission mouvement (mission n°2 des agents des postes d'aiguillage et n°1 des agents du poste de commandement) (« les trains plongeraient encore plus »).

Cela dénote des éléments attendant à une certaine forme de régulation de l'activité et, d'une certaine manière, à celle de la charge mentale de travail puisque la non application stricte des procédures sécurité permettent, par le biais de gains d'un point de vue temporel, de minimiser les répercussions au niveau du mouvement. Autrement dit, l'application stricte des procédures en situation « anormale » va augmenter les délais temporels et donc les répercussions d'un point de vue mouvement, donc amplifier la dégradation de la situation. La régulation de la charge passe ainsi par une régulation du temps par le biais d'une régulation des aspects prescriptifs du travail (via les procédures réglementaires) induite par une situation qui s'écarte (situation anormale) de la norme (situation normale).

## BIBLIOGRAPHIE

- AMALBERTI, R., BATEJAT, D., BATAILLE M., MENU, J.P. & SANTUCCI, G (1986). Charge de travail mental, validation en France d'une technique d'évaluation subjective américaine S.W.A.T, *Médecine aéronautique et spatiale* 29, 98, 148-153.
- BROADBENT, D.E. (1958). *Perception et communication*. New-York. Pergamon Press.
- BROWN, I.D. (1964). The measurement of perceptual load and reserve capacity. *Transactions of the Association of Industrial Medical Officers*, 14, 44-49.
- DE MONTMOLLIN, M. (sous la direction de). (1995). *Vocabulaire de l'ergonomie*. Editions Octares. Collection Travail.
- ERGONOMICS. (1977).
- JOURDAN, M. & THEUREAU J. (sous la coordination de). (2002). *Charge mentale : notion floue et vrai problème*. Editions Octares, Collection Colloques.
- Le Travail Humain. (1977). Volume 40, fascicule 1. Presses Universitaires de France. Directeur de publication (Jacques Leplat).
- LEPLAT, J. (1977). Les facteurs déterminant la charge de travail. Rapport introductif. Le Travail Humain, tome 40, n°2, pp 195-202.
- Norme NF EN ISO 10075-1, Association Française de Normalisation (AFNOR), 2000.
- Norme NF EN ISO 10075-2, Association Française de Normalisation (AFNOR), 2000.
- PINSKY, L., KANDAROUN, R., & LANTIN, G. (1979). *Le travail de saisie chiffrée sur terminal d'ordinateur*. Rapport n°65, Parsi, Laboratoire de Physiologie du Travail et Ergonomie du CNAM, (textes rassemblés, présentés et postfacés par J. Theureau). Berne, Peter Lang.
- POETE, B. & ROUSSEAU, T. (2003). Agir sur la charge de travail : de l'évaluation à la négociation. Editions Liaisons, Anact. 84 pages.
- SPÉRANDIO, J.-C. (1980). *La psychologie en ergonomie*. Paris, PUF.
- THEUREAU, J. (2002). La notion de "charge mentale" est-elle soluble dans l'analyse du travail, la conception ergonomique et la recherche neuro-physiologique ? In JOURDAN, M. & THEUREAU, J. (Eds), *Charge mentale : notion floue et vrai problème*. (pp. 41-69). Toulouse, Editions Octares.



# La vidéo au service de l'action et du changement

## Comment améliorer les pratiques d'intervention et de gestion des chantiers de maintenance dans le secteur nucléaire ?

**René BARATTA et Emmanuel DESMARES**

René BARATTA : Réalisateur, ergonomiste - L'OUVRE BOITE  
6 Villa du Borrégo 75020 Paris. - Tél et Fax : 01 43 66 16 58  
e-mail : [ob\\_rene@club-internet.fr](mailto:ob_rene@club-internet.fr)

Emmanuel DESMARES : Consultant Facteur Humain EDF  
CNPE de Dampierre. BP 18 - 5570 Ouzouer-sur-Loire  
e-mail : [emmanuel.desmares@edf.fr](mailto:emmanuel.desmares@edf.fr)

Cette communication présente nos réflexions sur un mode d'utilisation de la vidéo, issue d'une expérience d'intervention dans le milieu de l'exploitation nucléaire : plus précisément ce travail porte sur la maintenance des installations durant les périodes dites « *d'arrêt de tranches* »<sup>1</sup>, sur un chantier concernant les motopompes primaires<sup>2</sup>, appelées GMPP.

Nous (désignés par la suite comme « intervenants ») avons suivi les activités de travail de tous acteurs concernés : d'un côté les agents EDF, préparateurs, chargés d'affaires, chargés de contrôle et de l'autre les salariés de l'entreprise sous traitante<sup>3</sup>, responsables de la radioprotection, chefs d'équipe et opérateurs, dans les différentes phases de déroulement du chantier.

---

1. Voir notamment Mathilde Bourrier : « *Le nucléaire à l'épreuve de l'organisation* », P.U.F, 2002.

2. La pompe primaire est un organe essentiel pour la sûreté lors du fonctionnement normal (non accidentel) d'une tranche nucléaire, car elle assure le brassage du liquide de refroidissement du réacteur au niveau du circuit dit « primaire » de l'installation.

3. Chaque année environ 20 000 salariés d'entreprises sous traitantes interviennent sur le parc nucléaire.

## LA VIDÉO : MOYEN D'ANALYSE OU MOYEN D'ACTION ?

L'intervention a été conduite en utilisant l'outil vidéo, selon une méthodologie développée en collaboration avec l'ANACT, et dont la démarche et les premiers résultats ont été présentés au Congrès de la SELF de septembre 2000<sup>4</sup>. Cette méthode d'intervention qui conjugue des observations filmées et des auto-confrontations collectives avec tous les acteurs concernés a abouti dans ce cas à la réalisation de deux documents vidéo de restitution finale : un sur le travail réalisé par les salariés sous traitants dans le bâtiment réacteur, sur le chantier proprement dit ; et un autre sur le travail de préparation et de suivi des agents EDF, tourné dans leur bureau.

Cette forme d'utilisation de l'outil vidéo permet aux opérateurs et aux différents acteurs du chantier de construire une parole collective sur l'analyse de leurs propres conditions de travail qui vient appuyer les pistes et les voies d'améliorations qui sont ensuite proposées dans un rapport écrit d'intervention. Telle n'a pas été notre démarche pour cette intervention au cours de laquelle l'utilisation de la vidéo a été conçue, dès le départ, non seulement comme un outil de diagnostic, mais comme un moyen *d'action*, permettant de transformer les pratiques et la nature des relations des acteurs dans le travail.

Plusieurs postulats sont à la base de notre démarche :

- l'action peut précéder l'analyse (ou lui être concomitante), et l'analyste n'a pas le monopole de l'analyse ;
- l'étape de fabrication de sens (*sensemaking*) est un préalable à l'analyse, étant entendu qu'il ne s'agit pas tant de révéler un point de vue qui n'aurait pas pu s'exprimer que de *créer* les conditions d'émergence de ce point de vue, parfois inédit, sur le travail.

Dans cette approche, il n'est pas nécessaire d'avoir *tout* compris pour agir ; et comme l'a énoncé avant nous Kurt Lewin<sup>5</sup> « *Agir permet de comprendre* ». C'est en modifiant le réel que celui-ci nous devient connu<sup>6</sup>. Il n'y a donc pas de connaissance « *ex-ante* » à partir de laquelle on peut décréter le changement. Il y a plutôt une dialectique entre la connaissance et l'action : ce que l'on sait participe de l'action et c'est en agissant que j'apprends.

---

4. René Baratta et Michel Berthet : « *Vidéo et Intervention* », Congrès de la SELF, Toulouse, 2000.

5. Voir Michel Liu, « *Fondements et pratiques de la recherche-action* », L'Harmattan, 1997.

6. Point de vue qui prend évidemment à contre-pied la forme d'intervention s'inscrivant dans le paradigme rationaliste pour qui l'action découle de la connaissance et donc d'un diagnostic préalable. Voir à titre d'exemple David Schön sur les origines et la genèse des pratiques et de l'expertise professionnelles, 1994.

Si comme le soutient François Hubault, le travail est hétérogène et résiste à toute forme d'homogénéisation : « *Travailler c'est faire face à ce qui n'est pas réglé d'avance* »<sup>7</sup>, c'est se confronter à des situations qui ne sont pas réglables par la procédure et la prescription. Pour faire évoluer ces situations de travail, il faut donc mettre en œuvre « *des dispositifs de controverse, qui permettent aux acteurs de tomber d'accord sur leurs désaccords* »<sup>8</sup>. C'est en confrontant leurs points de vue, sur leurs pratiques et leurs stratégies respectives, que les acteurs peuvent faire évoluer les situations de travail.

Cette confrontation est d'autant plus délicate à mener dans l'industrie nucléaire où la prégnance de la prescription est très grande. Comme le souligne Yves Clot, le débat sur « *le fameux écart entre le réel et le prescrit se complique dans la mesure où le réel de l'activité consiste de plus en plus à trier dans le prescrit, comme si l'inflation du papier s'accompagnait d'une sorte de déflation du métier* »<sup>9</sup>.

C'est ce débat que nous avons voulu impulser en mettant collectivement en discussion tous les « *dysfonctionnements* » que nous avons constatés sur le chantier, au cours de nos différentes phases d'observation. Le dispositif vidéo de cette intervention a ouvert un espace de délibération entre les différents acteurs, qui a permis de pénétrer en profondeur dans l'intimité des pratiques des opérateurs et dans les valeurs culturelles qui encadrent les comportements des intervenants et des gestionnaires de chantiers.

## QU'EST-CE QUE L'ON A PRODUIT ?

Par ce titre en forme d'interrogation, il est déjà possible de percevoir la nature éminemment collective de cette production et, par là même, le positionnement des intervenants qui prennent le statut d'*acteur*, au même titre que tous ceux qui sont engagés dans cette action.

Il convient de distinguer ce qui a été produit dans les différentes séances d'auto-confrontation avec les agents EDF, les salariés de l'entreprise sous-traitante et les représentants de la direction, et ce qui a été obtenu par la diffusion des deux documents vidéo de restitution finale qui ont été projetés une trentaine de fois auprès de trois cent agents de la centrale (tous métiers et tous niveaux hiérarchique confondus).

---

7. François Hubault : « *Approche ergonomique des outils de gestion et du suivi de la performance* », Séminaire d'Atémis, 2004.

8. François Hubault : *ibid.*

9. Yves Clot : Actes du Colloque « *Le Nucléaire et l'Homme* » organisé par le CSC des Comités Mixtes à la Production EDF-GDF, Paris, 2002.

La **mise en débat** des situations de travail filmées **a produit** au moins trois choses de nature différente : du **sens**, de **l'expérience** et des **connaissances**.

## UNE AGORA DU SENS<sup>10</sup>

Au cours des séances de travail, les acteurs ont produit du sens (*sensemaking*)<sup>11</sup>. Un sens inédit qui échappe au contrôle des intervenants. Le document vidéo d'auto-confrontation propose la *construction* d'un certain regard sur la situation de travail<sup>12</sup> à laquelle les acteurs vont donner *un sens*. Un sens nouveau qui ne leur appartient pas préalablement, mais qui est le produit de cette interaction, et, dans certains cas, peut être à l'opposé de ce que les auteurs ont voulu représenter dans le document vidéo.

Même la séquence la plus anodine, censée assurer une transition dans le montage du document vidéo, en montrant un « beau geste » professionnel - un technicien en train d'équiper, avec minutie, un joint de la pompe dans l'agitation du couloir annulaire - suscite chez les salariés une interprétation inattendue. Ce n'est pas la qualité du geste qui retient leur attention mais « *le manque de place pour travailler* » et le fait que ce soit « *dangereux pour le joint* » (qui est une pièce mécanique cruciale pour assurer l'étanchéité du circuit primaire et qui coûte très cher). Une appréciation de la situation de travail que résume un des salariés en disant : « *C'est pas le pied pour la dissémination, on est sur une voie de circulation, on est sur caisse à roulettes, on a des chantiers superposés, on voit qu'il y a beaucoup de gens dans le BR, ça veut dire qu'on multiplie les risques* ». Pour eux, non seulement le geste n'est pas *beau*, mais en plus il est inacceptable et dangereux.

## C'EST PAS DU BOULOT !

Le sens donné à l'interprétation de cette scène est le produit d'une *interaction* entre celui proposé par les intervenants et le jugement formulé par les professionnels à partir de leur expérience du terrain. Il s'agit bien d'une interaction puisque, d'un côté, les acteurs ne se laissent pas « piéger » par le sens proposé

---

10. L'expression est de Hannah Arendt in « *Le système totalitaire* », (trad) Seuil.

11. Voir Karl E. Weick pour des développements théoriques sur le *sensemaking* et Benoît Journé qui en fait une exploitation brillante dans le cadre de la conduite de réacteurs nucléaires.

12. La construction de ce regard, qui s'opère à travers le tournage et le montage, n'est pas un simple reflet de la réalité de la situation de travail. Cet angle de vue construit par les auteurs est à la fois le fruit des hypothèses qu'ils ont posées, de leur compréhension des situations qu'ils ont saisies sur le terrain, et de leur questionnement.

par les intervenants sur la nature du geste ; et d'un autre côté, cette situation vécue quotidiennement par les salariés n'avait jusque là *rien de choquant* pour eux.

Dans cet exemple, on notera que le sens est produit de manière complètement fortuite car, sans la nécessité de réaliser une transition dans le montage, nous n'aurions jamais eu l'idée de soumettre cette séquence « anodine » à l'analyse des opérateurs...

Le sens sur les situations de travail est également le fruit d'un regard croisé entre des acteurs ayant des statuts différents. Les groupes réunis pour les auto-confrontations étaient systématiquement composés de professionnels de métier, d'expérience, et de niveaux hiérarchiques divers. Selon la composition de ces groupes, le sens produit sur les situations est très différent.

A cet égard, les diverses réactions suscitées par la séquence sur le déblocage d'une clef hydraulique avec un pied-de-biche sont très significatives :

- pour le chef du service maintenance des pompes, ce sont les salariés de l'entreprise « *qui utilisent peut-être mal la clef* » ;
- pour un membre de la direction, « *on se demande si les moyens sont vraiment adaptés à l'enjeu de cette intervention relativement compliquée* » et qui touche un organe vital de la centrale ;
- pour le préparateur, présent sur le terrain au moment de l'incident, « *c'est choquant, et il faut que ce soit expliqué car il n'y avait pas d'autres moyens que le pied-de-biche* ». Situation qui est résumée par un autre chef de service « *Le mec y coince sa clef, il est obligé de se débrouiller tout seul pour la sortir car il n'y a plus de procédure pour sortir la clef* » ;
- par contre, pour le chef de chantier de l'entreprise sous traitante, « *C'est vrai que c'est choquant... Mais on perd de vue que l'outillage spécifique<sup>13</sup> s'use, qu'il a besoin d'être remplacé et ça, c'est général sur toutes les centrales... parce que les temps d'intervention sont de plus en plus courts, il y a de faux inventaires qui sont faits à la fin du chantier... Tout le monde se voile la face* ». Du point de vue de ce chef de chantier, « *L'utilisation du pied-de-biche est dégradante pour le geste professionnel... parce que le gars qui utilise la clef pour serrer au couple, il fait ça avec tout son professionnalisme. Sa clef se coince, il prend le pied-de-biche, il a pas envie, il se dit, c'est pas ça la finalité de mon travail* ».

A travers ces témoignages, nous voyons bien qu'il n'y a pas une seule interprétation à cet incident et une seule solution pour y remédier, mais que l'événement

---

13. L'outillage spécifique est un outillage fourni par EDF pour réaliser des opérations de maintenance particulières. Il peut être contaminé, par conséquent, il ne sort pas du bâtiment réacteur (BR) et reste en zone confinée.

interpelle aussi bien différents services de la centrale que la direction ou la manière dont sont réalisés les REX (Retour d'Expérience) de fin de chantier (voir infra). C'est donc bien en soumettant toutes ces interprétations à la controverse que les changements organisationnels nécessaires peuvent émerger.

Au cours de ce travail d'élaboration de sens par les acteurs, nous avons aussi remarqué, à plusieurs reprises, l'intrusion d'un « *regard externe* », celui que les protagonistes supposent être le regard néophyte du public sur l'exploitation d'une centrale nucléaire. Des modes opératoires jugés pourtant incontournables et *efficaces*, tels que celui consistant à débloquer la clef hydraulique, paraissent tout à coup inacceptables, voire honteux ou humiliants, dès lors que les acteurs s'imaginent qu'ils peuvent être surpris par un regard extérieur. On n'ose pas s'imaginer qu'une centrale nucléaire puisse être exploitée de cette manière, et, du coup, la légitimité même de telles pratiques est alors remise en question. Loin de nous paraître culpabilisant, ce type de questionnement est une manière de renouveler la question de la « *transparence nucléaire* », trop souvent abordée sous le seul angle de la communication alors qu'elle peut aussi servir de facteur d'évolution des pratiques professionnelles.

## UNE PRODUCTION DE CONNAISSANCES

Le second type de production de cette action est celui-là plus *attendu* puisqu'il s'agit de l'élaboration de nouvelles règles d'intervention en tant que telles. Règles qui serviront, sinon à être plus efficaces, du moins à mieux protéger les acteurs des nuisances des radiations ionisantes ou du risque de contamination durant le chantier. La longue séquence de controverses, sur le port des gants de protection a conduit, par la suite, à l'élaboration de « *fiches méthodes* » qui découpent, phase par phase, l'ensemble du déroulement du chantier GMPP. A chaque phase, une analyse des risques radiologiques a permis de déterminer quelles étaient les pratiques les plus appropriées pour limiter ces risques.

Si on se réfère à un modèle utilisé pour l'étude du fonctionnement et du développement des entreprises dans la « *knowledge-based economy* »<sup>14</sup>, on peut estimer que la connaissance, ici produite est du type « *know-what* », qui est une connaissance transportable et exportable sur d'autres chantiers, au contraire de l'expérience (« *know-How* »). L'existence de cette seule connaissance est-elle suffisante pour expliquer les bons résultats obtenus dans le domaine de la radio protection au cours des chantiers qui ont suivi cette expérience ? Non, sans doute pas. Tout d'abord, parce que l'on observe un temps de latence entre cette expérience et

---

14. Pour une présentation de cette approche voir Danièle Blondel : « *Le rôle des chercheurs dans le processus d'innovation* », 2002.

l'obtention de résultats probants et durables sur les chantiers, temps qui correspond au délai nécessaire à l'apprentissage de nouvelles pratiques d'intervention par les acteurs.

Suivant le même modèle<sup>15</sup>, il nous faut postuler la production d'autres types de connaissances pour que cet apprentissage ait lieu, c'est-à-dire pour que s'installent de nouvelles pratiques de travail plus efficaces. A défaut de pouvoir être exhaustif dans notre développement nous soulignerons simplement que l'important, du point de vue de l'efficacité, c'est que les différentes connaissances s'articulent entre elles et même se chevauchent pour circuler facilement entre les divers acteurs impliqués dans le chantier<sup>16</sup>.

## UNE PRODUCTION D'EXPÉRIENCE

Arrêtons-nous sur la production d'expérience induite par cette intervention. A travers les différentes séquences sur les dysfonctionnements organisationnels mis en évidence dans les documents vidéo d'auto-confrontation, il est apparu que les retours d'expérience (REX) ne remplissaient plus correctement leurs rôles. Seules remontent encore les informations sur les dysfonctionnements qui peuvent remettre en cause la sûreté des installations... et encore cette assertion a pu être discutée. En révélant certaines informations sur le déroulement du chantier, le document vidéo d'auto-confrontation a obligé les acteurs à se questionner sur les limites de leur dispositif de REX, y compris dans le domaine de la sûreté.

Pratiquement toutes les informations sur les aléas du chantier remettant en cause les conditions de travail des salariés, telles que la séquence sur le pied-de-biche, celles sur l'éclairage dans la « chapelle »<sup>17</sup>, le manque de tenues pour rentrer dans le BR, ou l'absence d'eau chaude dans les douches : toutes ces informations ne remontent plus. Le chef de chantier de l'entreprise sous traitante le dit très clairement : « *Maintenant on n'en parle plus... ça fait 15 ans qu'on le dit, maintenant on vous ne le dira plus. On l'a écrit... quelque part, tous les problèmes qu'on va évoquer sont écrits j'en suis convaincu... maintenant le problème c'est de savoir où et comment...* ». Si les REX continuent à produire ponctuellement des solutions, il s'avère qu'ils ne produisent plus de capitalisation de l'expérience et ne contri-

---

15. Danièle Blondel : *ibid.*

16. Voir pour des compléments E. Desmares : Actes du Colloque « *Le Nucléaire et l'Homme* » organisé par le CSC des Comités Mixtes à la Production EDF-GDF, Paris, 2002.

17. La chapelle sert à désigner le carter de la pompe primaire, dans lequel les opérateurs doivent travailler avec un éclairage d'appoint constitué par une lampe "baladeuse" accrochée avec du ruban adhésif.

buent plus à la formation de l'expérience, en tout cas, pas en matière de conditions de travail des salariés sous-traitants.

Dans ce contexte, il est évident que la mise en mots des dysfonctionnements dans l'organisation du travail a constitué une expérience exceptionnelle pour tous les acteurs qui ont participé à cette intervention. Une expérience suffisamment forte pour les mettre en mouvement dans un certain nombre de domaines, que nous n'avons fait qu'esquisser ici, et qui est de nature à modifier durablement la relation que ces différents acteurs entretiennent les uns avec les autres.

Plus qu'un retour d'expérience, les documents vidéo ont été un outil mis entre les mains des acteurs pour produire une expérience à laquelle on se réfère encore aujourd'hui. C'est ce qui explique peut-être l'engouement observé autour de la diffusion du document vidéo, instrument à la fois vivant et controversé décrivant la réalité des situations que vivent les salariés. C'est certainement aussi pourquoi l'expérience du chantier GMPP a suscité des initiatives dans d'autres services. Comme, par exemple, sur le chantier « ouverture - fermeture de cuve » où les nouvelles règles de radio protection, élaborées sur le chantier des pompes primaires, ont été transférées avec succès, moyennant quelques adaptations.

## EN CONCLUSION

Le changement observé dans les pratiques et dans l'organisation s'est opéré selon un cheminement non totalement prédéfini. Pour que cela marche, il aura fallu de la part de tous les acteurs (agents EDF, salariés de l'entreprise sous-traitante, direction, etc.) qu'ils perçoivent des enjeux pour tolérer les risques associés à l'opération, mais aussi une certaine dose d'audace pour se lancer dans l'expérience.

Une de nos plus grandes inquiétude, en tant qu'intervenants, aura été de savoir jusqu'où - et comment - montrer les dysfonctionnements dans l'organisation du travail sur le chantier d'une entreprise sous-traitante, sans que les compétences et le professionnalisme des salariés et de l'encadrement de cette entreprise ne puissent être remis en cause par le commanditaire, c'est-à-dire l'entité EDF. C'est la qualité et la sincérité de l'engagement de tous les acteurs, dans ce projet, qui a permis de surmonter cet écueil.

Au départ de l'action, il y avait des attentes fortes qui risquaient de nous limiter à une tentative de définition de nouvelles prescriptions. Le changement n'était vu au départ par les acteurs qu'au travers une évolution des règles de l'organisation ; voire (un peu) de « changements dans les comportements », sans véritablement croire en cette possibilité.

De nouvelles méthodes de travail ont été élaborées qui, de fait, améliorent le

stock de règles existantes, notamment dans le domaine de la protection radiologique et de la dissémination des produits contaminés. Mais les progrès les plus notables dans ce domaine sont obtenus de façon indirecte, par une amélioration (diminution) des temps d'intervention et donc d'exposition aux ambiances de travail nocives.

Il s'agit d'une conception de l'efficacité qui ne cloisonne pas les processus, mais les envisage de façon intégrée en acceptant une dose d'indéfinition dans la démarche de construction de solutions. Le changement est non palpable, au départ en tout cas et difficile à cerner par les acteurs ; c'est la raison pour laquelle le document vidéo possède à la fois une fonction « de mise en perspective » et un caractère emblématique qui concrétise l'expérience avant qu'elle ne produise des résultats concrets. Le changement dans les modes de travail n'aurait pas été possible sans une modification préalable ou concomitante des relations de travail entre les acteurs. C'est une autre facette de cette action qui a conduit les acteurs à prendre du recul par rapport aux cadres organisationnels existants, mettant du même coup en cause leur rôle et les relations avec les autres membres de l'organisation.

L'apprentissage de nouvelles règles dans le travail est liée à la formation de modalités nouvelles d'échange et de coopération entre les acteurs. Cet aspect « relationnel » est particulièrement sensible dans un contexte où la réalisation des opérations de maintenance est, en général, externalisée vers des entreprises sous-traitantes. Il a fallu que les relations avec l'entreprise sous-traitante puissent évoluer vers l'ouverture d'un nouveau champ, élargi, de coopération avec l'entité d'EDF. Pour cela, ces relations ne devaient pas être entachées d'un passif trop lourd qui aurait empêché - ou entravé - cette évolution ; ce qui malheureusement a été observé dans d'autres cas<sup>18</sup>.

Les derniers témoignages du document de restitution vidéo sont significatifs, à la fois, des difficultés à se positionner et de la dynamique engagée avec les « acteurs » :

- le chargé de contrôle : « *Qui est-ce qui a le pouvoir de changer tout ça ? Pas moi, chargé de contrôle, pas lui, chargé d'affaire, pas lui, préparateur. Non y a des gens qui sont payés pour ça, je suis désolé* » ;
- un membre de la direction : « *A mon avis, il faut dédramatiser ce film-là, pour X, (l'entreprise sous traitante) et pour d'autres parce que chacun peut en prendre pour son grade... Pourquoi ça dure comme ça ? Tout simplement parce que côté hiérarchie du service, coté SPR, (Radioprotection), côté direction et bien d'autres encore, chacun ne fait pas tout à fait ce qu'il devrait faire* » ;

---

18. Sur ce dernier point, nous renvoyons les personnes intéressées à la lecture du rapport d'Olivier Guillaume (Rapport interne EDF R&D, 2004).

– et pour conclure, le chef du service maintenance des pompes dit : « *C'est un chantier sur lequel on avait mis l'accent et on avait mis des moyens (d'information et de formation) pour que ça se passe bien... donc ça peut quand même poser des questions par rapport à d'autres chantiers où l'on ne fait rien* ».

## BIBLIOGRAPHIE

BARATTA, R., & BERTHET M. (2000). « *Vidéo et Intervention* », Congrès de la SELF, Editions Octarès, Toulouse.

BLONDEL, D. (2002). « *Le rôle des chercheurs dans le processus d'innovation* » in Alter N. *Les logiques de l'innovation*, La découverte, Paris.

BOURRIER, M. (1999). « *Le nucléaire à l'épreuve de l'organisation* », P.U.F, Collection Le travail humain, Paris.

CLOT, Y. (2002), Actes du Colloque " *Le Nucléaire et l'Homme*" organisé par le CSC des Comités Mixtes à la Production EDF-GDF, Paris.

DESMARES, E. (2002). « *Acteurs du développement. Quels acteurs pour quel changement ?* », Actes du Colloque « *Le nucléaire et l'Homme* », organisé par le CSC des Comités Mixtes à la Production EDF-GDF, Paris.

HUBAULT, F. (2004). « *Approche ergonomique des outils de gestion et du suivi de la performance* », Séminaire d'Atémis, Paris.

LIU, M. (1997). « *Fondements et pratiques de la recherche-action* », L'Harmattan, Paris.

SCHÖN, D. A (1994). « *Le praticien réflexif. A la recherche du savoir caché dans l'agir professionnel* », Les éditions Logiques, Montréal..

WEICK KARL, E. (1995). « *Sensemaking in Organizations* », Sage Publications, Foundations for Organizational Sciences, Thousand Oaks.