

Quel type d'expérimentation pour étudier l'activité future

Vincent Grosjean

Service Ergonomie et Psychologie Industrielle
Institut National de Recherche et de Sécurité
B.P. 27, Av. de Bourgogne, F-54501 Vandoeuvre Cedex

Patrice Terrier

Laboratoire Travail et Cognition, UMR CNRS 5551
Université Toulouse-Le Mirail
5 allées A. Machado, F-31058 Toulouse Cedex

RÉSUMÉ

Cette communication pose la question du type d'expérimentation à réaliser dans le cas d'une situation de conception industrielle (ou de réaménagement d'envergure d'une installation). Plus précisément, on s'interroge sur les sujets utilisés dans ces expérimentations : doit-il s'agir d'opérateurs ? Des sujets dits " naïfs " peuvent-ils s'y substituer ? Pour y répondre, les auteurs font référence à une expérimentation menée dans le cadre d'une situation de transformation d'une installation et ayant impliqué les deux types de sujets. Dans ce cas précis, il est apparu que les sujets naïfs adoptaient non seulement des stratégies différentes de celles des opérateurs expérimentés, mais que leur performance pouvait être meilleure que celle de ces sujets experts. Les auteurs concluent qu'il est donc plus sûr de travailler chaque fois que c'est possible avec les opérateurs qui auront effectivement à conduire l'installation. Une explication par des facteurs de nature situationnelle est avancée dans les conclusions.

1.- Introduction

De quelle méthodologie dispose l'ergonomie pour évaluer l'effet de la transformation de situations de conduite d'installations complexes ? Plus que l'observation, l'expérimentation apparaît être l'outil privilégié. Se penchant sur la question, Karnas (1987) distingue 3 formes d'expérimentation possibles en analyse du travail :

- Type I : une expérimentation impliquant des opérateurs réalisant l'activité analysée dans le contexte réel de sa production.
- Type II : une expérimentation qui modifie la situation mais conserve des opérateurs issus de la situation réelle de production.
- Type III : une expérimentation qui modifie à la fois les sujets et la situation.

Dans le contexte de la conception d'une installation, une expérimentation de type I est impossible. Il reste alors deux possibilités : modifier la situation mais pas les sujets (expérimentation de type II), ou modifier la situation et les sujets (expérimentation de type III). Il est admis que l'expérimentation de type II, lorsqu'elle concerne le travail actuel, est d'une plus grande utilité que l'expérimentation de type III (Karnas, 1987) en raison de sa meilleure validité écologique. Qu'en est-il lors de l'évaluation d'une situation de travail future ? Cette question est examinée à partir d'une étude réalisée en situation simulée par l'I.N.R.S. en collaboration avec la société Sollac (Grosjean et al., 1997).

2.- Situation et méthode

L'étude se situe dans le cadre de la mise en route d'une nouvelle batterie de fours à coke. Celle-ci transformera les deux composantes de tâche des opérateurs travaillant dans la salle de contrôle :

- *Le suivi des machines.* Dans l'ancienne situation, des périodes de rafale alternaient avec des phases d'inter-rafale : durant les rafales, les machines retirent le coke des fours et introduisent le charbon pour un nouveau cycle de cokéfaction ; durant les inter-rafales, les machines sont à l'arrêt. Suite au doublement du nombre de fours, le passage à la nouvelle situation devait entraîner la suppression des inter-rafales. Les machines devaient passer à un travail quasi continu, ce qui implique que la tâche de suivi des machines allait devenir également une tâche permanente. Une conséquence importante était que tout retard dans le défournement ou l'enfournement allait à l'avenir se ressentir directement en terme de productivité.
- *La supervision de la cuisson.* En plus du suivi des rafales, les opérateurs doivent superviser la cuisson au niveau des fours. Cette seconde tâche était déjà présente en continu (périodes de rafale ou d'inter-rafale) dans la situation ancienne et devait perdurer en tant que telle dans la future situation. Cependant, en cas d'incident de chauffage, il allait devenir impossible d'interrompre la tâche de suivi des machines et de la reprendre une fois l'incident résolu, un arrêt trop long des enfournements et défournements ayant pour conséquence de retarder la production de coke pour un nombre plus important de fours.

Ces modifications au niveau des deux composantes de tâche posaient deux questions (associées) à l'ergonome. L'une tient aux conséquences de l'augmentation de la pression temporelle. L'autre tient aux effets de l'accroissement des conflits entre différents objectifs : production d'une part, respect de l'environnement, sécurité et durée de vie de l'outil d'autre part

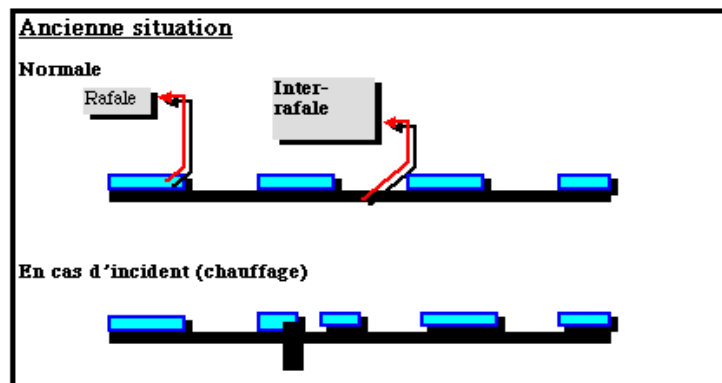


Figure 1.- Articulation temporelle de la tâche de suivi machine et de la tâche de supervision du chauffage, en situation normale et en cas d'incident lié au chauffage (ancienne situation de travail).

Les lignes discontinues claires représentent le processus de suivi des machines, les lignes continues foncées représentent le processus de chauffage.

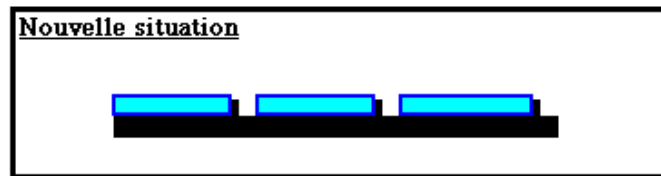


Figure 2.- Dans la nouvelle situation de travail, on constate la quasi-suppression des inter-rafales.

Comme le montre le graphique 1, si, dans l'ancienne situation, un incident (relatif au chauffage) survenait en période de rafale, les opérateurs avaient le loisir d'interrompre la gestion de la rafale pour résoudre l'incident, sans conséquences pour la production.

Dans la nouvelle situation par contre (graphique 2), cette stratégie n'a pas la même valeur, dans la mesure où elle impliquerait de prendre un retard non récupérable dans la gestion des fours.

L'opérateur aura donc à choisir entre deux possibilités:

1. privilégier la production en accroissant sa charge de travail ou en prenant des risques sur d'autres critères de performance (par exemple prise de risques pour l'installation et sa durée de vie, pollution, etc.) ;
2. traiter l'incident en négligeant le planning de la rafale et donc accepter un retard de production.

3.- Expérimentation

Deux populations ont été confrontées, sur un simulateur conçu pour cette recherche, à des scénarios proches de la situation future : des ouvriers non-spécialistes de la conduite (possédant les connaissances techniques et théoriques limitées de la situation) et des opérateurs expérimentés issus de la situation de conduite actuelle. En outre, l'expérimentation faisait varier la pression temporelle.

Le simulateur intégrait les deux contraintes de tâche et par conséquent les possibilités de conflits d'objectifs :

- d'une part un sous-ensemble du processus de gestion du chauffage y était reproduit, le scénario utilisé dans cette expérimentation intégrant notamment un incident important portant sur cette sous-tâche ;
- d'autre part l'outil de simulation intégrait une représentation simplifiée de la tâche de gestion des machines, permettant de voir dans quelle mesure l'objectif de respect des contraintes de production était pris en compte.

Suite à l'incident introduit dans le scénario, on pouvait donc voir quelle était l'attitude développée par les opérateurs par rapport aux différents objectifs :

- allaient-ils interrompre leur tâche de suivi des machines, et donc accepter un retard de production, pour se concentrer sur la tâche de suivi de l'incident, maximisant par là les objectifs de respect de l'environnement et de limitation des risques ?

- allaient-ils réussir à “ ménager la chèvre et le chou ” et donc à limiter au maximum les retards tout en réduisant les effets sur l'environnement et les prises de risques ?
- enfin, allaient-ils maximiser les objectifs de limitation des risques et de respect des contraintes environnementales ?

Les deux populations étaient comparées sous l'angle de leur performance globale (temps d'arrêt des machines, respect des différents objectifs,...) et on procédait à une description des stratégies de conduite sur la base d'un enregistrement exhaustif des actions et prises d'information effectuées durant l'exercice.

4.- Résultats

Sans entrer dans le détail du scénario et des résultats, soulignons quelques particularités de la performance des opérateurs titulaires. Contrairement aux sujets plus naïfs, ils adoptent des stratégies de conduite caractérisées par une forte homogénéité. Elles se différencient notamment par **une prise en compte prédominante des objectifs de production** par rapport aux autres objectifs. Celle-ci n'est apparemment pas dépendante de la pression temporelle. Les **sujets non spécialistes ne présentent pas ce biais** (dans le sens d'un surinvestissement des objectifs de production) et atteignent un niveau de performance supérieur à celui des experts sur les autres critères : respect de l'environnement, sécurité et durée de vie de l'outil.

En revanche, sur d'autres critères qu'on pourrait synthétiser comme étant liés à la **réaction immédiate face à un problème**, les opérateurs titulaires se montrent supérieurs.

Titulaires plus performants en ce qui concerne :	Titulaires moins performants en ce qui concerne :
la compréhension immédiate de l'alarme intermittente	les stratégies d'enfournement face à la surpression (ils sont les seuls à développer la stratégie 8 qui est la plus mauvaise en terme de prise de risques)
la réaction immédiate au risque de surpression par ouverture de la grande vanne	la gestion des ouvertures de chandelles (ils sont quasi les seuls à mal gérer les ouvertures de chandelle) la gestion de la pression dans la durée (ils sont les seuls à maintenir un niveau de pression trop élevé durant tout l'incident)

Tableau 1.-Eléments de comparaison des stratégies des titulaires par rapport aux novices

Quelle est la logique derrière ces différences contrastées ? Pourquoi l'expertise ne provoque-t-elle pas exclusivement un avantage ?

Notre point de vue est que ce constat peut être mis en rapport avec un certain nombre de paramètres liés à 'l'histoire de l'activité telle qu'elle a été vécue par les sujets' (au sens de Leontiev, cf. description de Kuuti, 1995) : la façon dont les objectifs ont été perçus par le passé, les modes de travail valorisés au sein de l'équipe et d'autres aspects liés à l'investissement dans le travail notamment. Autant de paramètres que les sujets non spécialistes ne traduisent pas dans leurs comportements face à la tâche de simulation de conduite.

Cette histoire de l'activité aurait d'après nos résultats un effet néfaste sur les stratégies des experts dans le cas de figure présenté, dans la mesure où elle incite ces opérateurs à privilégier d'une façon excessive les objectifs de court terme dans le nécessaire compromis qu'ils adoptent face à un problème posé en des termes partiellement neufs. Suite à cette expérimentation en situation simulée, l'entreprise Sollac a mis en place un programme de formation des opérateurs et a décidé de renforcer notablement les équipes de conduite.

5.- Conclusion

Les résultats montrent que la question de la validité écologique reste importante. L'expérimentation de type 2, qui consiste à tirer parti des connaissances des opérateurs expérimentés, apparaît donc également plus pertinente que l'expérimentation avec des sujets non spécialistes, voire naïfs, lors de l'évaluation d'une situation future. La convergence des stratégies de conduite des opérateurs expérimentés est intéressante, d'autant qu'elle les conduit vers un niveau de performance inférieur sur certains points à celui des non-spécialistes (l'idée que des expérimentations avec des sujets naïfs ne peuvent conduire qu'à surévaluer les difficultés futures est donc fautive).

Plus généralement, dans la mesure où l'histoire de l'activité telle qu'elle a été vécue par les opérateurs joue un rôle déterminant sur leur appréhension présente et future de cette activité, on peut penser qu'il ne saurait y avoir de situation intermédiaire satisfaisante. Même dans le cas où des sujets naïfs seraient formés à la conduite d'un processus simulé pendant une longue période, comme c'est le cas dans une recherche récente où les sujets pratiquent le processus simulé pendant six mois (Christoffersen et al., 1996), il est probable que le sens qu'ils donneront à la situation sera différent, et que leurs stratégies et leurs performances ne seront pas prédictives de celles d'experts ayant pratiqué la tâche réelle dans un contexte industriel. La fragilité de cette solution intermédiaire apparaît d'ailleurs distinctement (voir la discussion entre : Christoffersen et al., 1996 ; Maddox, 1996 ; Vicente et al., 1996). Pour connaître l'activité future, on doit privilégier, chaque fois que c'est possible, ce que Karnas appelle 'l'expérimentation de type II' : une expérimentation dans laquelle seule la situation est modifiée, pas les sujets.

RÉFÉRENCES

- Christoffersen, K., Hunter, C.N., Vicente, K.J. (1996). A longitudinal study of the effects of ecological interface design on skill acquisition. *Human Factors*, 38(3), 523-541.
- Grosjean, V., Delcloy, J.M., Colin, R., Dernis, D., Ducourant, C., Fadier, E., Lorthioit, V. (1997). *Reproduire en situation simulée les contraintes cognitives futures : une démarche ergonomique de prévention*. Communication présentée au Colloque Sécurité et Cognition. Paris, 16-17 Sept.
- Karnas, G. (1987). L'analyse du travail. In C. Levy-Leboyer & J.C. Spérandio (Eds.), *Traité de psychologie du travail* (pp. 609-625). Paris : P.U.F.
- Kuuti, M. (1995). Activity theory as a potential framework for human computer interaction research. In B. Nardi (ed.), *Context and consciousness : activity theory and human-computer interaction* (pp. 31-43). Cambridge, MA: MIT Press.
- Maddox, M.E. (1996). A critique of " A longitudinal study of the effects of ecological interface design on skill acquisition " by Christoffersen, Hunter, and Vicente. *Human Factors*, 38(3), 542-545.
- Vicente, K.J., Christoffersen, K., Hunter, C.N. (1996). Response to Maddox critique. *Human Factors*, 38(3), 546-549.