

LES ERREURS HUMAINES EN ANESTHESIE

V.DE KEYSER et A.S. NYSSSEN

SUMMARY

Human errors in anesthesia - with due respect to the French-speaking tradition, human error is studied in field work, here in anesthesia. The authors specify the social context, compare the process of anesthesia to a continuous process, present a cognitive analyse of the task, emphasizing temporal characteristics and cognitive demands regarding the cognitive aspects of human behavior.

Referring to the distinction made by Hollnagel (1991) between reliability, robustness and adaptiveness of the system (man and machine), they present and analyse some human errors which reveal the importance of variation elements and the dynamic dimension of the environment. Influenced by Time Psychology, they postulate the existence of different systems of temporal reference and of external synchronizers connected to these systems, which would allow an individual to adaptively respond to the demands for synchronization in the face of events and actions whose evolutions cannot be calibrated in clock time. Inadequate systems of temporal reference and the absence of synchronizers can make this adaptation to the evolution and the dynamicity of the environment fail. The prevention integrates different measures (technological, ergonomic, social, organizational, of expertise development, etc.) and relies on collection and in-depth analysis of human error. This paper is dedicated to J. Leplat.

(Key words: Safety, Prevention, Human error, Cognitive mechanisms, Variability, Dynamics, Synchronization, Task)

1. INTRODUCTION

Cet article doit beaucoup à Leplat - et à d'autres. Mais à Leplat certainement, moins à cause du thème qui l'a toujours intéressé qu'à cause de l'éclairage qu'il a donné à la tâche en des temps où la psychologie du travail francophone ne s'intéressait qu'à l'activité. Refusant le manichéisme travail prescrit/ travail observé, refusant que l'intérêt pour l'activité et une solide tradition empirique ne se transforment en un néo-behaviorisme étroit, il a avancé l'idée de tâche. Celle-ci n'est bien évidemment pas le travail prescrit. Dans la plupart des entreprises, les tâches, lorsqu'elles sont formalisées, se présentent comme des procédures à suivre : l'architecture des objectifs et moyens à mettre en oeuvre, les contraintes et conditions associées, la variabilité possible de ces dernières, sont parfaitement ignorées. Eclairer ces parts d'ombre, *c'est faire un travail d'abstraction* à partir de l'activité elle-même : en se fondant sur des traces comportementales ou verbales, en construisant une représentation qui peut être de quelque utilité - ici dans la compréhension des erreurs. Si l'erreur est un écart par rapport à une norme, comment ne pas tenter de cerner cette norme, parfois évidente, objective, parfois subjective? Si les contraintes environnementales, et les conditions de déclenchement du travail jouent un tel rôle dans l'apparition des erreurs, comment ne pas braquer sur elles les projecteurs ?

Quand on dit -Leplat a refusé le manichéisme- il s'agit, bien entendu d'une licence poétique. Quiconque connaît Leplat sait qu'il ne refuse pas : il indique, *mezzo voce*, une autre direction. Artisan d'une clarification des idées, d'un peaufinage des concepts, il a prêté une oreille attentive aux voix qui hors de l'hexagone ou de la francophonie avaient d'autres accents. Hôte de Bainbridge, ami de Rasmussen, à l'époque où ce dernier avait peine à se faire entendre en France, prêtant l'oreille à Hollnagel, à Woods, et à tant d'autres il a accueilli un courant, où l'analyse cognitive de la tâche avait son importance et pouvait enrichir ses propres idées. Bel exemple de curiosité scientifique et d'ouverture chez un homme qui a su surmonter le handicap linguistique avec humour. Là où l'anglais de Leplat a passé, se diront des générations de jeunes chercheurs, le mien peut passer aussi!

Nous avons voulu, fidèle en cela à la tradition francophone, rester sur le terrain, et en saisir toute la spécificité. Cet article traitera donc des erreurs humaines en anesthésie.

2. CADRE GENERAL

La nature-même des conséquences produites par certaines erreurs humaines, conduisent aujourd'hui à s'interroger sur leur occurrence, sur leur généalogie. Quels facteurs y conduisent-ils ? Comment éviter ces erreurs, ou du moins éviter qu'elles ne se reproduisent ? Comment les cerner sans tomber dans un modèle de l'homme déterministe, sans abandonner ce qu'elles cachent : une formidable possibilité d'apprentissage ?

De telles questions ont passionné les psychologues, et parmi eux, Leplat (1975 & 1985), Norman (1981), Reason (1988), Woods (1988), Hollnagel (1991). La définition de l'erreur qui semble se dégager de ces travaux est celle d'un écart par rapport à une norme, alors qu'il existe des degrés de liberté - des possibilités d'agir différemment - et une intentionalité, c'est-à-dire, l'intention préalable d'atteindre cette norme. Autrement dit, si une débutante américaine se rend en jeans à une soirée mondaine, est-ce une erreur ? Oui, si elle a d'autres vêtements plus habillés dans sa garde-robe - l'hypothèse est plausible ! - et si son intention était bien de se conformer à la norme sociale. Mais si son intention était de choquer, de marquer une opposition, alors, le coup était bien joué.

S'il existe un consensus relatif sur une définition de l'erreur, il en existe un autre sur l'importance des connaissances schématiques - telles qu'elles peuvent être formalisées dans les plans, les frames, les scripts - à la fois dans la fiabilité humaine, et dans l'apparition de certains types d'erreurs. Ces connaissances, organisées en objet, compactes, semblent pouvoir être appelées de manière automatique, lorsque l'individu doit faire face à des situations familières ; elles semblent aussi entraîner un faible coût mental. Il est possible que notre débutante ait fait appel à un schéma de type "sortie le soir", comprenant des variables telles que, rencontrer des copains, aller danser, boire un verre etc... et s'habiller en jeans, schéma maintes fois rencontré auparavant - mais inadéquat dans la situation actuelle, malgré d'étranges analogies. Cette inadéquation entre une réalité présente, et des connaissances "prêtes à l'emploi", est la porte ouverte à des erreurs, dont Reason (1988) souligne avec force qu'elles sont le prix à payer pour un fonctionnement humain adapté à l'aspect dynamique de notre environnement.

On saisit donc bien la distance qui sépare la conception psychologique de l'erreur de la conception juridique, puisque, presque par définition, l'homme n'y suit que sa pente naturelle, c'est-à-dire une aisance dans les situations familières, une difficulté, et parfois un désarroi devant les aléas. Les erreurs qui surviendraient dans ces deux cas précis n'ont pas le même caractère d'anormalité. Il n'est pas considéré comme "normal", du point de vue social, d'écrire à un collègue, en laissant dans la lettre quatre fautes d'orthographe. S'il s'agit de la dictée de Bernard Pivot, le même score, malgré la transgression des règles de l'orthographe, devient une prouesse.

Devant les erreurs humaines ayant déclenché des catastrophes, le public n'a pas le même genre de finesse. C'est pourquoi il nous semble important de relever la distinction que Hollnagel (1991) fait entre trois qualités du système homme et machine, dont le fléchissement peut donner naissance à différents types d'erreurs. Il y souligne la variabilité du contexte dans lequel elles ont pris naissance - ce qu'on a pu appeler, la variabilité du "monde". On y trouve :

- *la fiabilité* : c'est la qualité du système (homme et machine) de remplir une certaine fonction, dans des conditions environnementales données, durant un certain intervalle de temps.

Cela suppose des tâches procédurales, clairement définies. Une erreur pourrait être ici la non observance du plan pré-établi: par exemple, un pharmacien se trompant dans l'exécution d'une prescription médicale.

-*la robustesse* : c'est la qualité qui permet au système d'assumer une fonction dans des conditions environnementales pour lesquelles "il n'est pas fait".

Dans ce cas, ce n'est pas la tâche à accomplir qui varie, mais l'homme, soumis à des influences externes. C'est typiquement le cas dans le travail de nuit, où on observe des modifications du rythme circadien, et l'apparition de certaines erreurs dues à un fléchissement de la vigilance.

- *l'adaptativité*: c'est la qualité qui permet au système d'accomplir une certaine fonction, dans des conditions environnementales telles que les procédures normales ne peuvent être utilisées.

Dans ce cas, il faudra encore distinguer entre les situations, survenant inopinément, où il existe des procédures de rechange prévues et des situations entièrement nouvelles où la voie à suivre est littéralement à inventer. Un exemple de la première branche de l'alternative serait un jeune interne en formation persistant dans le traitement qu'il a prescrit, en dépit d'une brusque aggravation de l'état du malade - alors que dans ce cas, l'appel au senior de garde est la règle. Un exemple de la seconde: un médecin rencontrant une maladie atypique, et qui échoue à sauver son malade. En expérimentant un autre traitement, il aurait peut être évité le pire - ce que d'autres cas similaires, dans la suite, lui confirment. Dans ce dernier exemple, ce n'est souvent qu'après coup, lorsque l'objectif souhaité n'est pas atteint, que l'on parle d'erreurs. Encore le fera-t-on plus volontiers, ou plus inconsidérément, en milieu industriel qu'en milieu médical, le caractère atypique d'une situation étant moins facilement défini qu'en pathologie.

Bien sûr on pourrait ramener, avec quelques tiraillements, cette classification très grossière au modèle bien connu de Rasmussen (1976). On n'y gagnerait pas. Ce qui semble capté dans ce cas-ci, c'est le degré de flexibilité du comportement de la personne par rapport à une modification de l'environnement. Si le monde change, et que l'homme reste rigide, il y a risque d'erreur. Pacaud (1971) ne voyait pas autre chose chez ses polyaccidentés, échouant au test RAPA (Résistance à l'Automatisme Psychomoteur Acquis). Mais Faverge (1967) lui aussi refusait le terme d'erreur, dans laquelle il ne distinguait que l'absence de régulation par rapport à un incident. Cette régulation peut, le cas échéant faire appel à des connaissances profondes, mais elle peut aussi, et dans des situations tout à fait inattendues, ressortir d'une démarche empirique. Des tâtonnement prudents peuvent permettre de construire des solutions originales, heuristiques : les situations très complexes, dynamiques voient souvent ce genre de comportement couronné de succès, alors qu'une démarche planificatrice plus rationnelle est vouée à l'échec.

La variabilité du monde, c'est celle de l'aléa, de quelque nature qu'il soit, mais c'est aussi celle de sa dynamicité, et de l'écoulement du temps.

Comment caractériser le temps, d'un point de vue psychologique? Michon (1979) le voit comme "le produit conscient, expérientiel, des processus qui permettent à l'organisme humain de s'organiser adaptativement de telle manière que le comportement s'ajuste aux relations séquentielles de son environnement"(p39) et il suppose l'existence de standards temporels, façonnés par l'expérience, et permettant à un individu de traiter les problèmes d'ordre, de durée, de perspective temporelle, des événements auxquels il est confronté. Reprenant cette idée, et l'éclairant par l'apport de certains travaux en intelligence artificielle sur les logiques temporelles, nous avons nous-même, ailleurs (Javeau, Grosjean& Van Daele 1991, De Keyser 1991), postulé l'existence de différents temps psychologiques. Ces temps auraient en commun une relation de transitivité entre les objets - des points ou des intervalles- qui les constituent, et un caractère de non symétrie de cette relation. Ils donneraient lieu à des abstractions, des systèmes de référence temporels. Ainsi, l'horloge peut constituer un système de référence temporel, mais aussi par exemple l'évolution, non réversible, d'une opération chirurgicale ou l'écoulement de l'acier dans

une machine de coulée continue. Ce qui caractérise très souvent le travail, et bien évidemment le travail collectif, ce sont les exigences de synchronisation face à des événements, des actions, dont l'évolution ne peut se calibrer en temps d'horloge. D'où l'existence postulée de différents systèmes de référence temporels sur un mode représentationnel, et de synchronisateurs externes liés à ces systèmes. Des systèmes de référence temporels inadéquats, des synchronisateurs absents, peuvent faire échouer cette adaptation à l'évolution et la dynamicité de l'environnement.

Aléas, dynamicité, temporalité : autant de changements qui requièrent de l'homme une régulation dont l'échec sera sanctionné du terme d'erreur.

3. LES ERREURS D'ANESTHÉSIE ET LEUR CONTEXTE SOCIAL.

Parmi les erreurs étudiées aujourd'hui à cause du risque potentiel qu'elles entraînent, les erreurs d'anesthésie méritent un regard particulier. Elles semblent en effet résumer une problématique riche, et permettre l'application d'un certain nombre d'acquis théoriques obtenus dans d'autres champs - en psychologie cognitive pour ce qui est des mécanismes cognitifs mis en jeu durant l'acte anesthésique, en psychologie du travail pour ce qui est de la supervision d'un processus continu.

Un constat tout d'abord : l'anesthésie est un domaine médical dont les progrès ont été foudroyants au cours de ces dernières années, grâce à la découverte de nouvelles théories qui ont modifié les techniques et les drogues utilisées.

Le savoir anesthésique est mieux maîtrisé qu'autrefois, et la formation des médecins toujours plus poussée. Le taux d'accidents qui pourraient être imputés à des erreurs d'anesthésie ne cesse donc de baisser. Mais suivant une logique maintes fois rencontrée, aussitôt qu'on repousse les limites du savoir, on en demande davantage à la science, et de nouveaux risques surgissent. L'anesthésiste ne se limite plus aujourd'hui à endormir le malade, à maintenir les fonctions vitales, à relâcher la musculature et à supprimer la douleur pendant une opération, il intervient également pour faciliter certaines explorations médicales - scanner, endoscopie digestive par exemple - pour supprimer la douleur associée à certains états - accouchement, état post-opératoire, clinique de la douleur etc. Au total, des actes plus nombreux qui aboutissent, en termes absolus, à un accroissement des cas d'accidents associés à l'anesthésie. Paradoxe d'une discipline au service de l'homme, victime de son succès.

Mais au delà de ce paradoxe, il y a le refus du public d'envisager avec lucidité l'acte chirurgical et l'anesthésie comme une démarche comprenant une part de risque, d'inconnu, dont la responsabilité doit être partagée entre malade et médecin. Comme le disait un médecin - la médecine n'est pas une science exacte. Et dans une société, dominée par une évolution technologique à la fois fascinante et angoissante, qui a érigé le *zéro défaut* en mythe, un tel discours n'a rien pour plaire. Aux Etats-Unis, à l'heure actuelle, on recense chaque jour 900 poursuites pour erreur médicale dont la compensation moyenne s'élève à 12 millions de F.B. (Libre Belgique 28 mai 1991). Ce phénomène s'accompagne d'autres effets pervers. En effet, la médecine y est moins tournée vers le malade que vers les tribunaux. Quantité d'exams de laboratoire, de traitements médicaux sont prescrits de manière défensive, pour éviter toute possibilité d'invoquer, en justice une *absence de prévoyance et de précaution* du médecin, face à un incident malheureux. Surconsommation de médicaments, abus d'analyses de laboratoire, multiplication des plaintes en justice : les effets sont pervers du point de vue médical mais ils ne sont certainement pas perdus pour tout le monde!

C'est pour lutter contre ces excès, et remettre la santé du patient au coeur des préoccupations que des anesthésistes brisent aujourd'hui le tabou, à la fois en reconnaissant la présence d'erreurs en anesthésie, et en affirmant la volonté de les réduire.

Aux Etats-Unis, dès les années quatre vingt, de larges enquêtes tentent de cerner les facteurs à l'origine des erreurs. Cooper (1984) analysent les principales sources d'erreurs, et de défaillances des équipements de surveillance, les classant en fonction de la mesure, qui prise en temps utile, aurait empêché l'accident de se produire :

1. Formation complémentaire des anesthésistes	25 %
2. Meilleure organisation	13 %
3. Meilleure supervision ou consultation d'un confrère	12 %
4. Monitoring plus élaboré	11 %
5. Equipement mieux conçu	11 %
6. Vérification préalable du matériel	6 %
7. Meilleure évaluation préopératoire	6 %
8. Meilleure communication	6 %
9. Meilleurs schémas de travail	5 %
10. Critères de sélection ou de renvoi plus rigoureux	3

Figure 1. Cooper (1984) : Stratégies potentielles pour la prévention et la détection des incidents.

En 1986 le département d'anesthésiologie de la Harvard Medical School adopte des standards (Eichorn, Cooper & coll. 1986) concernant le monitoring minimum nécessaire à la surveillance du patient, et la vérification avant usage des appareils d'anesthésie. C'est à la fois un énorme progrès, car les erreurs vont diminuer, et un énorme marché pour les concepteurs d'appareils médicaux qui s'y lancent avec ferveur. La multiplication des appareils et l'évolution technologique, poussent à la recherche de solutions intégrées, informatisées. Mais alors, des problèmes comme celui de la convivialité de l'interface, de la compétition d'informations provenant simultanément du malade et de l'appareillage, de la transformation possible des compétences de l'anesthésiste, apparaissent. Y répondre nécessite de mieux connaître la nature exacte, et les contraintes de la tâche de l'anesthésiste. Plutôt qu'à de vastes enquêtes statistiques sur les erreurs humaines, c'est à un travail en profondeur que se proposent de se consacrer les experts qui en 1991, se sont réunis à Monterey (U.S.A), à l'invitation de l' Anesthesia Safety Patient Foundation. Parmi eux, des médecins, des psychologues, des ergonomes, des experts en fiabilité humaine de différents pays, décidés à oeuvrer, comme un *collège invisible*. Ils ancrent tous leurs travaux sur des initiatives nationales.

En Belgique, où pour 900000 patients anesthésiés par an on estime à 1215 les accidentés graves, et à 378 les décès ou dommages cérébraux possibles lors de ces interventions, les anesthésistes tiennent un congrès annuel *Safety First* traitant de ces problèmes. La session de ce congrès en 1990 a longuement évoqué la difficulté des anesthésistes belges à trouver des compagnies d'assurances consentant à les assurer, et l'incorporation, dans la législation de standards belges de sécurité à l'horizon de 1995. Les recherches sur l'erreur humaine en anesthésie ne sont cependant pas encore largement répandues. Les résultats qui vont suivre proviennent d'une première tentative, mêlant étroitement des médecins d'un hôpital universitaire et des psychologues, d'analyser la tâche de l'anesthésiste et certaines de ses erreurs. Les auteurs faisant partie du *collège de Monterey*, cette pièce n'est qu'un des éléments du puzzle que d'autres chercheurs contribuent à assembler (Woods 1988, Cooper 1984, Gabba & coll 1988, Gabba 1989, Cook 1988, De Keyser & Nyssen 1991).

4. L'ANESTHESIE COMME UN PROCESSUS CONTINU

Le chirurgien opère, l'anesthésiste gère la tolérance du corps humain à cet acte *contre nature*. En plongeant le patient dans un état d'inconscience, en assurant le fonctionnement de ses fonctions vitales, en abolissant la sensation de douleur. C'est-à-dire, en repoussant les limites du sujet vers un état qu'un rien peut faire basculer vers la mort. Plus l'aisance du chirurgien est garantie - par exemple grâce au relâchement complet des muscles par le curare - plus la marge dans laquelle l'anesthésiste se meut est étroite. Plus le chirurgien est pressé, plus le conflit avec

le travail précis, minutieux de l'anesthésiste peut éclater, incitant parfois des anesthésistes novices, sans statut comparable à celui du chirurgien, à prendre des risques. Autour d'eux, toute une équipe : des internes, des infirmières, des appareils de surveillance. Autour d'eux encore, l'hôpital, avec ses contraintes économiques, ses pressions temporelles, le poids et parfois les incohérences de son organisation administrative. Bref, un système qu'il est important de saisir, mais dans lequel pourtant on a l'impression que l'essentiel de la partie se joue à trois : entre le patient, le chirurgien et l'anesthésiste.

Qu'on puisse, par analogie, comparer le patient à un processus continu est assez évident. De l'état de veille à l'état de réveil, il y a une série d'états induits et contrôlés par l'anesthésiste.

Ce sont les *unités fonctionnelles* du processus, définies par un objectif et des contraintes physiologiques à respecter, ainsi, nous le verrons ultérieurement, que des contraintes temporelles. Certaines de ces unités sont *critiques*, comme l'intubation ou l'extubation qui doivent prendre place à des moments précis à la fois de l'opération et de l'état respiratoire du patient sous peine d'accident. cfr. fig.2 sur les unités fonctionnelles et critiques du processus d'anesthésie.

Comme dans les processus continus, l'état du sujet se caractérise par une série de variables (cfr. fig.3), dont certaines sont reprises dans l'instrumentation de surveillance, et par des indices informels : dilatation de la pupille, mouvement de la cage thoracique, teint, couleur des ongles, etc.

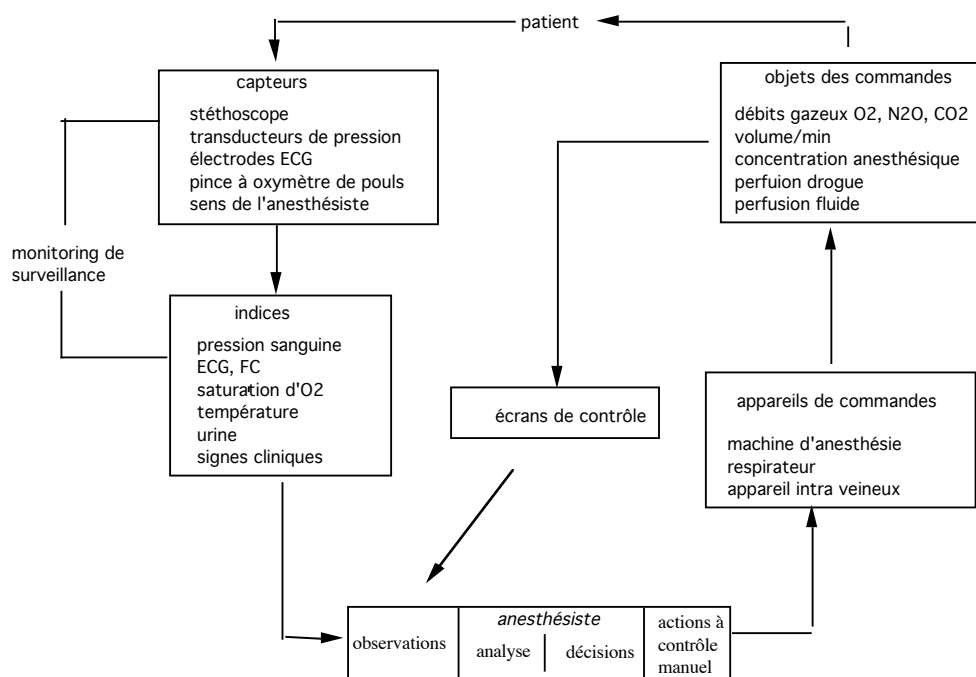


Fig. 3. Représentation du système man-machine (adaptation de Graveinstein. Monitoring surgical patients in the operating room. 1979. Courtesy of Charles C Thomas, Publisher, Springfield, IL.

Qu'on puisse, par analogie toujours assimiler l'anesthésiste à un opérateur de salle de contrôle est tout aussi clair. Comme ce dernier, il induit des états - grâce à une série de drogues dont il compose le mélange. Il contrôle l'équilibre de ces états et il surveille, détecte, diagnostique et récupère les incidents. Le plus souvent d'ailleurs, comme l'opérateur, il ne peut agir sur les causes profondes du problème- ici, une intervention chirurgicale intrusive - et doit se contenter de ramener l'état du patient dans des limites acceptables pour sa sécurité.

Si l'on voulait pousser plus loin l'analogie, il faudrait attribuer un rôle connu au chirurgien. Les tensions existant entre chirurgien et anesthésiste font inmanquablement penser au conflit production/maintenance, mais faut-il aller jusque là pour saisir l'équilibre dynamique qui se crée entre ces trois acteurs? Non sans doute. Par contre il est important de mieux préciser la tâche de l'anesthésiste, et certaines de ses exigences cognitives.

5. L'ANALYSE COGNITIVE DE LA TACHE

5.1 *Eléments d'analyse*

L'analyse cognitive de la tâche, telle qu'elle a été développée par Rasmussen (1987), Woods et Roth (1988), Patrick (1986), se présente comme une décomposition hiérarchique en objectifs, moyens, et contraintes, permettant de répondre au *why to do*, *what to do*, et *how to do* de l'opérateur. Nombreuses sont les critiques qui lui ont été adressées : normativité, absence de réel formalisme et de grammaire associée (Grant & Mayes 1991), absence de réponse au *when to do* etc. Néanmoins sa valeur heuristique dans la détermination des difficultés de la tâche, et des besoins en information suscités par ces difficultés n'est pas niée. Nous présenterons ici les éléments, incomplets, d'une analyse cognitive de la tâche de l'anesthésiste cfr. fig.4. Ce sont les objectifs temporels, et de sécurité que nous privilégierons. La réalisation de l'anesthésie, sa qualité, qui dépendent du savoir médical ne seront qu'évoqués.

Insérer Fig.4

5.2 *Variabilité inter et intra-opération*

La variabilité de la situation peut être inter ou intra-opération. *Inter-opération* elle concerne toutes les modifications qui, dans l'industrie, s'apparenteraient à un changement de produit : variabilité due au patient, à la nature de l'opération, à sa durée, à l'instrumentation en salle d'opération, aux équipes de travail, à l'effet et la durée d'action des drogues employées etc. *Intra-opération* elle touche aux aléas survenant pendant l'acte chirurgical : défaillance de l'instrumentation, aggravation subite de l'état du patient, opération plus délicate ou plus longue que prévue etc. Ces sources de variation impliquent une adaptativité importante de l'anesthésiste. Pour les contrôler, différentes procédures lui sont inculquées en cours de formation. La réalisation et le déroulement de l'anesthésie sont formalisés dans des protocoles qui décrivent les pratiques fondamentales et les variantes. Des standards de sécurité très précis lui imposent différents types de contrôle, notamment des vérifications de l'instrumentation. Avec l'expérience, l'anesthésiste tend à réduire la variabilité inter-opération, en se spécialisant dans certains types d'opération, en recherchant certaines équipes de travail, la composition d'un cocktail de drogue qu'il maîtrise bien etc...

5.3 *Dynamacité et temporalité*

L'action de l'anesthésiste est contextuelle ; elle s'insère dans une situation évolutive, marquée par une transformation de l'état du patient, et par l'action du chirurgien. C'est dire si le *when to act* a chez lui de l'importance. Trois systèmes de référence essentiels semblent guider son action:

- *l'acte chirurgical* : il comprend au moins deux synchronisateurs importants, le début et la fin de l'opération. C'est par rapport à ces repères que se situent l'intubation, et l'extubation du patient : juste avant , et juste après ces deux repères.

-*la fonction respiratoire du patient* : elle reflète l'influence de l'action des drogues, et elle conditionne également l'intubation et l'extubation. Pas question d'extuber un patient qui respire

à moitié! C'est en se référant à une série de paramètres observables qui décrivent l'état respiratoire du patient que l'anesthésiste décide quand extuber.

-l'horloge, qui est ici la manifestation du planning de l'hôpital : chaque opération comporte une durée prévue qui ne peut être dépassée, sans raison sérieuse, sous peine de perturber tout le planning hospitalier. Cette exigence supplémentaire d'ajustement de l'opération à une durée d'horloge fait peser une pression sur l'ensemble des acteurs.

On pourrait multiplier les systèmes de référence tantôt temporels - caractérisés par une relation d'ordre irréversible entre les objets qui les constitue - tantôt simplement dynamiques, comme la ventilation du patient, réversible. Il est certain que d'autres variables physiologiques du sujet jouent également un rôle de calibrage et de guidage - mais les trois premiers systèmes suffisent déjà à caractériser la complexité de la tâche de l'anesthésiste, dans un environnement mouvant.

D'autres aspects temporels sont importants. Par exemple, l'évolution de l'action des drogues: leur délai avant d'agir, et leur durée d'influence. Ce sont des données qui ne peuvent être saisies directement, car elles dépendent, en fait et des caractéristiques des produits, et des caractéristiques du patient. C'est donc à travers l'évolution des variables physiologiques, et notamment du système respiratoire qu'elles seront appréhendées.

Le caractère crucial de la synchronisation pour la vie-même du patient, sa précision, la variabilité, sur le plan temporel, de tous les événements, de toutes les actions qui caractérisent une opération, requièrent l'attention constante de l'anesthésiste. On ne saurait ici parler d'ajustements, de régulations temporelles acquises par conditionnement - il semble que des processus cognitifs de haut niveau soient mis en jeu par l'anesthésiste. Cfr. fig.2 sur les systèmes de référence temporels, et sur l'analyse cognitive de la tâche.

Cette synchronisation implique une planification des actions et une anticipation de leur durée probable. L'exemple type de ce raisonnement complexe, est celui que l'anesthésiste met en oeuvre pour amorcer - à la manière dont un pilote amorce une descente avant atterrissage - le réveil du patient et son extubation à la fin de l'acte chirurgical. Compte tenu des drogues administrées, et de son anticipation de la durée probable de l'opération, laquelle, nous l'avons vu, peut être soumise à des aléas, il décroît puis arrête les vapeurs anesthésiques et/ou la perfusion du ou des agents anesthésiques intraveineux, à partir du moment où il estime leur durée d'effet identique au temps nécessaire à la fin de l'opération. Rien ne dit que cette équivalence passe par le système de référence temporel de l'horloge, ni que la durée doive avoir été, quelque part, exprimée en minutes ou en secondes. Par contre, l'anticipation d'une quelconque action en fonction d'une butée temporelle relative à un temps d'horloge nécessite le calibrage des actions projetées par rapport à cet étalon. C'est d'autant plus difficile que le but à atteindre est lointain, et que l'environnement, et les actions à entreprendre, présentent des sources de variabilité. Dans la synchronisation requise de l'anesthésiste le planning de l'hôpital introduit, jusqu'à un certain point ce temps d'horloge comme une contrainte. Cette contrainte variera suivant la pression du chirurgien, le statut de l'anesthésiste, et l'ampleur du retard accumulé.

6. QUELQUES ERREURS

Les données rapportées ici proviennent d'une recherche menée depuis deux ans en collaboration avec un service d'anesthésiologie de la région liégeoise. Diverses méthodologies ont été appliquées pour récolter les situations-problèmes relatives à l'erreur humaine et analyser les données. Parmi celles-ci la construction (Nyssen 1990), pour chaque cas, d'une structure causale hypothétique traduite graphiquement par un arbre des causes dans lequel deux types de données sont intégrées : les variables associées décrivant les conditions dans lesquelles l'incident est apparu, les variables hypothétiques tirées d'une analyse psychologique de la situation et dont nous pensons qu'elles ont influencé son déroulement.

L'analyse approfondie de chaque erreur s'est efforcée de comprendre ce qui s'est passé, de restituer la genèse de l'incident et les conditions de production de l'erreur humaine, déplaçant ensuite l'attention vers les aspects de variabilité et d'évolution de la situation-problème. Le corpus de cas dont le recueil se poursuit actuellement, met en évidence le coût des variables organisationnelles et environnementales dans la genèse de l'erreur.

Une analyse factorielle (Varimax rotation dans De Keyser & Nyssen 1991), réalisée sur un premier échantillon de vingt erreurs a permis d'identifier six facteurs à l'origine de ces erreurs. Il s'agit de :

- *la gestion de l'information* (principalement saturé par une absence de communication, une visibilité et un accès au patient difficile, un manque de monitoring adéquat),
- *la supervision* (dispositions d'esprit et préjugés du novice à l'égard de l'anesthésiste senior, appel d'aide tardif, manque d'expérience et manque de contrôle permanent de l'activité),
- *la pression productive et temporelle* (qui ne recouvre pas les situations d'urgence, essentiellement saturé par des variables organisationnelles à l'origine d'un retard sur le planning et d'un empressement),
- *l'allocation d'attention* (interruption et présence d'un élément distracteur),
- *la coopération et la co-décision* (conflits d'autorité, problèmes de relations interpersonnelles face à une urgence ou lors d'une évolution de cas),
- *des contraintes liées à la tâche* (diversification du matériel, fin de semaine, fatigue).

Ces résultats sont assez conformes à ceux déjà trouvés dans la littérature, notamment par Gabba (1989). Ils soulignent l'importance des distracteurs, qui empêchent l'anesthésiste de se rendre compte d'un changement survenu dans l'évolution du patient, ou encore l'impact de la qualité des relations dans l'équipe. Ils montrent en outre que la pression temporelle liée à des synchronisateurs externes - par exemple le planning de l'hôpital - joue un rôle dans l'erreur alors que la pression temporelle découlant de la gravité de l'état du patient n'a pas le même effet. Bien que ces erreurs fassent intervenir différents facteurs dans leur généalogie, nous nous concentrerons, dans quatre récits d'incidents sur les qualités de fiabilité, de robustesse et d'adaptativité décrites par Hollnagel (1991).

6.1 Fiabilité et adaptativité : suivi de plan, et variabilité de l'environnement.

INCIDENT cfr. fig.5

L'anesthésiste est en 2ème année de formation (A2); c'est sa première intervention de la matinée, et il est en déplacement. Il n'a pas l'habitude du service et, pressé par le planning, il ne vérifie pas les monitorings. Ce faisant, il déroge à la procédure de sécurité prescrite, et se fie à ses connaissances schématiques des installations.

Il lance l'anesthésie comme il le fait d'habitude : tourne de façon automatique la commande de droite du respirateur pour ouvrir l'oxygène. Très vite, il s'aperçoit que la couleur du patient passe du rose au gris. Il s'inquiète, passe le respirateur en revue et détecte qu'il est branché sur le protoxyde d'azote pur. L'anesthésiste rectifie l'erreur. Aucune conséquence.

DISCUSSION :

L'équipement d'anesthésie diffère d'une salle d'opération à l'autre selon le type de chirurgie réalisée, mais aussi selon l'époque à laquelle il est acquis.

Cette variabilité du contexte ouvre la porte à des erreurs. Elle exige une déviance par rapport au schéma d'action habituel et met en défaut un fonctionnement automatique, sans effort.

Face à de telles erreurs et sous la demande des anesthésistes, les concepteurs ont réagi. Aujourd'hui les respirateurs sont conçus de façon à ce que l'anesthésiste ne puisse plus donner du protoxyde d'azote pur. Par ailleurs les standards de sécurité exigeant la vérification du matériel avant usage réduisent l'incertitude. En aucun cas ils ne la suppriment, d'autant que l'anesthésiste omet partiellement et parfois consciemment, sous la pression temporelle, une séquence d'actions prévues par la procédure.

6.2 Robustesse mise en défaut : suivi de plan dans des conditions de grande fatigue.

INCIDENT cfr. fig. 6.

L'anesthésiste est en 6ème année de formation (A6); c'est le vendredi, fin de semaine et fin d'après midi. L'équipe opère depuis le matin. Le programme opératoire de la salle voisine est terminé et l'infirmière a oublié dans le frigo commun aux deux salles, un sachet de sang commandé pour le dernier patient.

Dans la première salle, l'anesthésiste qui doit perfuser du sang à son patient, va chercher la perfusion normalement commandée et stockée dans le frigo. A son retour, il l'injecte sans vérifier si il s'agit bien du sang de son patient. En remplissant la feuille d'anesthésie, l'anesthésiste s'aperçoit que le numéro du patient se trouvant sur la perfusion ne correspond pas à celui se trouvant sur la feuille de route.

Il s'avèrera par la suite que l'on n'avait pas commandé de sang pour le patient.

Les deux patients étant du même groupe sanguin, l'erreur n'a pas de conséquence.

Certains anesthésistes prétendent qu'il est préférable de remplir la feuille d'anesthésie avant d'injecter le sang de façon à contrôler le numéro du patient.

Cette mesure n'est pas obligatoire si l'on contrôle au moins avant l'injection le nom du patient se trouvant sur la perfusion.

DISCUSSION

Il est fréquent que des anesthésistes travaillent douze heures d'affilée, sans compter les gardes du soir et du week-end. La possible baisse de vigilance associée à des conditions de travail que l'industrie hésiterait à adopter dans des postes à risque, préoccupe aujourd'hui les chercheurs. De nombreuses études, et notamment celle de Krueger (1989) montrent qu'on peut s'attendre à une baisse de vigilance après 25-35 minutes d'attention soutenue, bien que cela dépende de divers facteurs comme l'amplitude du signal critique, les modalités sensorielles et la mise en place de stratégies intra et interindividuelles (Gadbois & Queinnec 1984), qui permettent à l'opérateur de compenser l'impact de la rythmicité circadienne. Ce problème, qui est lié à des contraintes de rentabilité, à une certaine pénurie d'anesthésistes chevronnés, rencontre encore peu d'échos auprès des responsables hospitaliers et des législateurs. A noter cependant l'initiative du Massachusetts General Hospital, qui accorde une interruption de vingt minutes tous les deux ou trois heures.

6.3 Adaptativité : variabilité de la durée de l'acte chirurgical

INCIDENT cfr. fig. 7.

L'anesthésiste est en 3ème année de formation (A3); le senior est dans la salle d'opération voisine.

Le patient, un homme âgé d'environ 70 ans, bronchiteux chronique, est dans un mauvais état général et est opéré d'une tumeur à la face. Il s'agit d'une chirurgie de confort, la tumeur étant trop développée pour être guérie. La durée estimée au planning est de trois heures, l'acte

chirurgical *est prévu* limitatif et l'anesthésiste entend les chirurgiens parler de chirurgie limitative pendant l'installation du patient.

Le cas se prolonge plus de huit heures sans que l'anesthésiste n'alerte les chirurgiens de l'évolution et de l'accroissement du risque pour le patient.

L'intervention demande que le patient, jusque là installé sur le dos, soit mis sur le côté. Au cours d'une mobilisation du patient, le tube endotrachéal s'enfonce et le patient n'est plus ventilé que d'un seul côté.

De plus, le patient saigne abondamment à la face; le sang imbibe les connexions entre le tube trachéal et le respirateur ce qui les rend moins étanches.

Fin d'après-midi l'alarme de l'électrocardiogramme se déclenche au moment où l'anesthésiste parle du cas avec son superviseur. Tous deux accourent et détectent des troubles respiratoires avec bradycardie. La procédure de réanimation est mise en place, on parvient à récupérer le coeur. Le patient gardera néanmoins des séquelles.

DISCUSSION

Dans la variabilité de l'environnement, c'est la dynamique du monde et le degré d'adaptativité de l'homme qui capte ici notre attention.

Tout au long de l'intervention l'anesthésiste adopte un même schéma comportemental alors que les caractéristiques de la situation changent. La fixation comportementale est favorisée par l'absence de visibilité de l'aggravation de l'état du patient. L'acte chirurgical plus long et plus compliqué que prévu augmente le risque opératoire dont l'évaluation préopératoire se base sur une chirurgie prévue limitative ou de confort, ce qui n'a pas été le cas.

Dès lors, la procédure suggère que l'anesthésiste en avertisse le chirurgien pour qu'ensemble ils mettent en balance les risques chirurgicaux et les risques d'anesthésie qui leur sont associés, et si nécessaire renforcent le dispositif de surveillance et de prévention (réchauffement des liquides vu le prolongement de l'opération, attention soutenue, vérification lors des changements de position, appel d'aide, assistance d'un senior, etc.). Ceci suppose un rapport égalitaire entre chirurgien et anesthésiste, ce qui ne semble pas être le cas entre un anesthésiste stagiaire et un chirurgien chevronné. Dans ce cas-ci, l'anesthésiste a ajusté ses actions à l'opération chirurgicale, en tenant compte notamment des synchronisateurs que peuvent constituer les débuts et fins d'opération, mais sans les mettre en relation avec le système de référence que constitue l'état du patient - et sans anticiper cette évolution, les conditions de l'opération s'étant modifiées.

6.4 Synchronisation mise en défaut

INCIDENT cfr. fig. 2 et 8.

L'anesthésiste en fonction est prévu de garde pour la nuit. C'est le début de l'après-midi. L'intervention se fait sur un enfant de deux ans. L'anesthésie s'est passée sans problème, l'acte chirurgical est terminé.

Pressé par le planning hospitalier, l'anesthésiste extube un peu trop vite, au premier signe de réveil (toux sur le tube). L'enfant fait un spasme laryngé (fermeture réflexe des cordes vocales responsable d'une obstruction glottique partielle ou complète).

L'anesthésiste(A1) parvient à réintuber rapidement et récupère l'incident.

Remarques : l'extubation doit être pratiquée soit quand le patient est endormi relativement profondément, soit après réveil complet, sinon elle augmente le risque de laryngospasme.

Les enfants en bas âge sont particulièrement exposés à ces complications; il arrive qu'ils se rendorment après les premiers signes de réveil, l'anesthésiste doit alors attendre que cette phase soit passée avant d'extuber l'enfant.

DISCUSSION

L'extubation, nous l'avons vu, se fait dès que l'acte chirurgical est terminé, au moment de la reprise de la fonction respiratoire autonome. Pour diminuer le temps de réveil et le temps total de l'opération- et donc coller de plus près au planning hospitalier - l'anesthésiste tente d'obtenir une parfaite synchronisation entre la fin de l'acte chirurgical et le réveil du patient. Cette synchronisation implique une anticipation de leurs occurrences probables lesquelles sont soumises à des aléas, et l'arrêt des drogues. L'erreur ici est favorisée par deux facteurs :

1/ la poursuite d'un objectif implicite amenant l'anesthésiste à réduire le temps de réveil et l'orientant vers une mauvaise estimation de l'état du patient .

2/ le fait qu'il s'agisse d'une opération sur enfant, cas pour lesquels la relation entre les paramètres observables et l'état réel d'éveil peut induire en erreur.

On voit, dans cette erreur, apparaître les trois systèmes de référence auxquels l'anesthésiste rapporte ses actions : le planning hospitalier, l'état du patient, et l'acte chirurgical. La non visibilité exacte de l'état du patient est, cette fois encore facteur de risque.

7. LES MESURES DE PREVENTION

On a pu voir apparaître, dans ces quelques erreurs, l'importance des éléments de variation de l'environnement, et de l'évolution de la situation - en particulier l'évolution de l'état du patient. Il est patent que la non transparence de l'état physiologique de ce dernier joue un rôle majeur; les indices informels auxquels l'anesthésiste peut se fier ne suffisent visiblement pas à conduire correctement son action. Il est clair également que le caractère dynamique de la situation, qui en fait la difficulté n'est guère amendable; on peut tenter de réduire certaines sources de variation, comme la non homogénéité des équipements hospitaliers, et de l'instrumentation, mais on ne pourra réduire la variabilité inhérente au patient ou à l'acte chirurgical lui-même.

La prévention, par conséquent repose d'une part sur une série de mesures, qui visent à accroître les connaissances et la visibilité des changements qui surviennent, à fluidifier les communications. Quelles que soient cependant les précautions prises, la mise au point de check-lists rigoureuses, nul n'ignore la fragilité de l'homme lorsque les conditions dans lesquelles il travaille ne sont pas optimales. Sans amélioration de l'organisation et des conditions de travail, le risque de voir apparaître des omissions, des suivis de plan inefficaces, des fixations comportementales, subsistera. D'autre part la prévention repose également sur une série de mesures de récupération des incidents ou des erreurs. Cet axe de récupération, développé spontanément par les équipes médicales, puisqu'une large part des aléas et des problèmes sont surmontés, mérite d'être renforcé systématiquement.

7.1 Les mesures technologiques

La nouvelle génération des équipements techniques se caractérise par des innovations à la fois dans le domaine du diagnostic et de la thérapeutique (spirométrie, manomètre,...), et par une complexification, et une informatisation du matériel. Ces équipements apportent des informations plus précises sur le patient, sur l'anesthésie et facilite le diagnostic. Mais il faut être conscient qu'ils transforment aussi la tâche de l'anesthésiste de façon imprévisible. Cook et Woods (1991) soulignent que les nouvelles technologies peuvent diminuer la charge de travail physique et rendre certains actes plus faciles mais cela au dépens d'un coût mental plus élevé et de tâches supplémentaires à effectuer. Ils montrent comment, en anesthésie, un système de surveillance intégrant des informations auparavant dispersées entre plusieurs éléments discrets

augmente la charge de travail, précisément au moment les plus critiques, et comment l'anesthésiste emploie la flexibilité du nouveau système pour imiter la configuration de l'ancien.

C'est dire si une analyse des applications technologiques est nécessaire. Les Sociétés d'Anesthésie et de Réanimation ont déjà entamé cette démarche et le choix des moniteurs qu'elles recommandent repose sur deux facteurs : la rapidité et la fiabilité de la détection d'un incident, et la variété d'incidents pris en compte. Ces premières indications n'épuisent cependant pas tout le champ de l'évaluation technologique ; il faut souhaiter que des recherches plus nombreuses s'engagent dans cette direction.

7.2 Les mesures ergonomiques

Beaucoup d'installations présentent des risques parce qu'elles ne prennent pas en compte les exigences du travail et les relations entre les acteurs : l'anesthésiste est amené à travailler au pied levé dans des espaces différents, passant d'un service à un autre, avec des équipes et des équipements différents. Cette diversification, nous l'avons vu, favorise certaines erreurs. La conception -même de certains équipements va à l'encontre de la sécurité. L'anesthésiste dépend dans une grande mesure de la fiabilité des supports qui lui transmettent l'information. Une étude (Kestin & coll. 1988) montre que dans 75% des cas, les alarmes de l'oxymètre de pouls (prévenant d'une désaturation en oxygène), ne sont pas fiables. Leur déclenchement sont dus à des mouvements du patient ou à des interférences (bistouri électrique etc.). Au cours de ces dernières années, certaines firmes d'appareillage ont fait un effort pour adapter davantage leur équipement au travail de l'utilisateur. En Allemagne, la firme Draeger, qui fournit la majorité des respirateurs dans ce pays, a fait pression auprès des autorités pour rendre obligatoire l'adjonction d'un certain nombre de dispositifs de sécurité à ces appareils et leurs révisions à date fixe. Malheureusement ces efforts s'appuient plus sur des scénarios stéréotypes d'incidents, disponibles dans des manuels, que sur une analyse approfondie de l'activité. Seule une équipe pluridisciplinaire réunissant ingénieurs, ergonomes, psychologues et médecins anesthésistes peut tenter de faire correspondre les installations aux exigences de la tâche et de l'expérience de l'utilisateur.

7.3 Les mesures sociales

Si les nouvelles technologies et l'ergonomie représentent un domaine de recherche privilégié pour ceux qui s'intéressent à la sécurité dans le monde médical, la prise en compte de la dimension sociale ne doit pas être négligée.

L'analyse des situations d'incidents recueillies dans notre recherche met en évidence un manque de communication fonctionnelle entre les membres de l'équipe opératoire, et surtout entre chirurgien et anesthésiste, associé à un manque d'activation face à une situation-problème.

Lorsqu'il s'agit de toucher aux habitudes de travail et aux rôles de chacun, il est utopique d'attendre une amélioration en créant simplement des canaux de circulation de l'information. Au sein du corps médical, l'indépendance et la liberté thérapeutiques sont perçues comme des principes indiscutés. Se pose dès lors le problème de la coopération, de la régulation interindividuelle, et des interactions dans le travail. La "culture" du groupe et l'évolution de la répartition des fonctions au sein de l'équipe médicale sont révélatrices des rapports d'autorité qui subsistent de façon latente. Ce n'est que depuis 1975 (Hennau-Hublert 1987) que l'anesthésiste a cessé légalement d'être l'aide du chirurgien, soumis au même titre que les autres auxiliaires du bloc opératoire à l'autorité et à la surveillance de ce dernier, pour devenir le *coéquipier* du chirurgien.

Faire circuler l'information n'est possible que si tous les acteurs en présence sont sensibilisés aux problèmes que soulève un manque de communication. Cela suppose un climat social sain et fait appel à la psychologie sociale qui s'intéresse aux relations interpersonnelles et aux phénomènes de groupe.

7.4 Les mesures organisationnelles

De nombreux facteurs liés à l'organisation du travail favorisent l'apparition d'erreurs et d'incidents. On peut citer : le souci de rentabilité des gestionnaires des hôpitaux, le manque de flexibilité de l'organisation du travail et notamment de la supervision face à un événement imprévu, les rapports d'autorité qui parfois affectent les prises de décision.

Sur ces points d'organisation du travail, les questions de sécurité et de prévention impliquent les plus hautes instances décisionnelles de l'hôpital et rejoignent la politique générale de santé menée par le gouvernement. Par ailleurs, certains hôpitaux aujourd'hui misent sur la récupération des incidents d'anesthésie, par une meilleure organisation, en réseau lié par "bip sonore" entre anesthésistes seniors et stagiaires. La possibilité d'appel à un anesthésiste chevronné, pouvant être sur le lieu de l'incident en moins d'une minute, renforce considérablement la sécurité de l'intervention.

7.5 Les mesures de développement de l'expertise

La formation de l'anesthésiste repose sur un enseignement théorique mais surtout sur un apprentissage "sur le tas", où le stagiaire acquiert lentement les connaissances et le savoir-faire sous la tutelle d'un senior.

Dans le cas de la sécurité, l'accent est mis sur la formation à la gestion des crises (Gaba 1988) basée sur l'analyse des erreurs et des incidents, et sur les stratégies de récupération, individuelles ou collectives. En effet l'apprentissage de la reconnaissance et de la régulation de l'incident est aussi important que la prévention.

Les simulateurs apportent la possibilité de cette formation pratique : en recréant l'environnement d'une salle d'opération (patient, matériel, équipements d'anesthésie etc.), ils confrontent l'anesthésiste à des incidents à réguler en temps réel. Mais en aucun cas ils ne peuvent se substituer au recueil et à l'analyse des erreurs au jour le jour dans l'hôpital.

Les progrès de l'anesthésie-réanimation rendent indispensable une formation continue et une réactualisation périodique des connaissances. On n'imagine pas un anesthésiste professant toute sa vie uniquement sur base des connaissances reçues lors de sa formation initiale à l'université. C'est pour répondre à ce besoin que la Fondation Européenne d'Enseignement d'Anesthésie-Réanimation poursuit l'objectif de développer un enseignement post-universitaire suivant un standard commun.

7.6 Recueil et exploitation des erreurs

Le secteur de l'anesthésiologie est actuellement étudié dans le monde par plusieurs équipes. Des efforts méthodologiques pour le recueil des données sont mis en oeuvre pour tirer parti des différentes recherches et faire converger les approches scientifiques. La collecte et l'analyse des erreurs et des incidents sont indispensables à l'élaboration d'une politique de prévention et de gestion de l'erreur, et c'est pourquoi il est vivement souhaitable que toutes ces informations soient réunies en une banque de données.

8. CONCLUSIONS ET REMERCIEMENTS

Nous avons voulu, fidèle en cela à la tradition francophone, étudier les erreurs humaines sur le terrain - ici, en anesthésie. Il est remarquable de constater, sous cette apparente spécificité, combien les cadres de réflexion hérités des processus continus, se révèlent robustes. Cet article doit beaucoup à Leplat, nous l'avons dit. Mais comment ne pas reconnaître également l'influence de Hollnagel (1991), celle de Rasmussen (1987) pour l'analyse cognitive de la tâche, celle de Reason (1988) pour les modes automatique et attentionnel du traitement de l'information, et leur influence sur les erreurs. Cependant, si la psychologie du travail francophone s'est enrichie d'autres cultures scientifiques au cours de ces dernières années, l'échange n'a pas été à sens

unique. L'étude de l'activité humaine en situation naturelle a trouvé des défenseurs en dehors de nos frontières. Et il faut saluer, dans les erreurs en anesthésie, le travail de pionnier de Woods (Cook, Woods, Colligan, Howie 1990).

Qu'il nous soit permis, enfin, de remercier nos collègues anesthésistes, et notamment Lamy, de l'incursion qu'ils nous ont permis dans leur domaine, malgré le caractère sensible du thème. Cette étude est soutenue par la Politique Scientifique Belge, dans le cadre d'un programme PAI à l'Université de Liège.

REFERENCES

- COOK,R.T.(1988). Scenarios for bedside medical data communication, *SIGBIO Newsletter*, vol. 10, 4, 8-14.
- COOK,R.T., WOODS,D.,MC.COLLIGAN,E.&HOWIE,M.(1990). Cognitive Consequences of Clumsy Automation on High Workload,High Consequence Human Performance. Proceedings to the Fourth Annual *Space Operations, Applications Research Symposium*: Albuquerque (N.M.), June 26-28.
- COOPER,J.B (1984). Toward prevention of anesthetic mishaps. *International Anesthesiology Clinics*, 22, 167-183.
- DE KEYSER,V.(1991). Temporal Reasoning in Continuous Processes: Segmentation and Temporal Reference Systems. Position Paper for the third European Conference on *Cognitive Science Approaches to Process Control*. Cardiff (U.K.), Sept.2-6.
- DE KEYSER,V. & NYSSSEN, A.S.(1991). Human Reliability in Anesthesiology. Proceedings of the International Conference on *Human Error in Anesthesia*. Monterey (C.A.), Feb. 26 - March 1.
- EICHORN,J.H., COOPER,J.B., CULLENO,D.J., MAIER,W.R., PHILIP,J.H., SEEMAN,R.G.(1986). Standards for Patient Monitoring during Anesthesia at Harvard Medical School. *J.Am. Med. Assoc.*, 256, 1017-1020.
- FAVERGE,J.M.(1967). *Psychologie des accidents de travail*. Paris : Presses Universitaires de France.
- GABA,D.M., DE ANDA,A.(1988). A Comprehensive Anesthesia Simulation Environment : Recreating the Operating Room for Research and Teaching. *Anesthesiology*, 69, 387-394.
- GABA,D.M. (1989). Human Error in Anesthesia, *Report February 1989. Stanford (CA)*. Stanford University School of Medicine.
- GABA,D.M., HOWARD,S., FISH,K., YANG,G & SARQUIST,F.(1991). Anesthesia Crisis Resource Management Training: Learning to Handle Critical Incidents. Proceedings of the International Conference on *Human Error in Anesthesia*.. Monterey (C.A.), Feb. 26 - March 1.
- GADBOIS,CH.& QUEINNEC,Y.(1984). Travail de nuit, rythmes circadiens et régulation des activités. *Le travail humain*,47,n°3.
- GRANT,S.& MAYES,T.(1991). Cognitive Task Analysis. In Weir G. & Acty.J.(Eds), *Human Computer Interaction and Complex Systems*. Glasgow: Academics Press.
- HENNAU-HUBLERT,C.(1987). *L'activité médicale et le droit pénal*.. Bruxelles : Bruyant.
- HOLLNAGEL,E.(1991). Cognitive Ergonomics and the Reliability of Cognition. First *Travail Humain Workshop*. Paris,May.
- JAVEAU,D., GROSJEAN,V.& VAN DAELE,A.(1991) Temporal Reference Systems. Proceedings to the fourth *Mohawc Workshop*. Bamberg (Germany),oct.22-23.
- KESTIN,IG., MILLER,BR.& LOCKHART,CH.(1988). Auditory alarms during anesthesia monitoring. *Anesthesiology*, 69, 106-109.
- KRUEGER,G.(1989). Sustained Work, Fatigue, Sleep Loss and Performance: a Review of the Issues. *Work & Stress*, vol.3,129-141.
- LEPLAT,J.(1975). La charge de travail dans la régulation de l'activité: quelques application sur les opérateurs vieillissants. *Age et contraintes de travail*, 209-221.

- LEPLAT, J. & HOC, J.M. (1981). Subsequent Verbalisation in the Study of Cognitive Processes. *Ergonomics*, 24, 743-755.
- LEPLAT, J. (1985). *Erreur humaine, fiabilité humaine dans le travail*. Paris: Armand Colin.
- MICHON, J. (1979). Le traitement de l'information temporelle. In P. Fraisse et col. (Eds.), *Du temps biologique au temps psychologique*. Paris : Presses Universitaires de France.
- NORMAN, D. (1981). Categorization of Action Slips. *Psychological Review*, 88, 1-15.
- NYSSSEN, A.S. (1990). LA Fiabilité humaine en anesthésiologie. Recueil de cas - analyse approfondie - mesures de prévention. *Mémoire de fin d'études*. Psychologie du Travail, ULg.
- OTTENI, J.C., STEIB, A. FREYS, G. (1989). Monitoring minimal en salle d'opération. *Ann. Fr. Anesth. Réanim.*, 8 : 193-198.
- PACAUD, S. (1971). Le diagnostic du potentiel individuel : I le problème général - le personnel d'exécution. In M. Reuchlin (Ed), *Traité de Psychologie Appliquée*, Vol.4. Paris: Presses Universitaires de France.
- PATRICK, J., SPURGEON, P. & SHEPHERD, A. (1986). *A Guide to Task Analysis : Applications of Hierarchical Methods*. Birmingham : An Occupational Service Publication.
- RASMUSSEN, J. (1976). Outlines of a Hybrid Model of the Process Plant Operator. In T. Sheridan & G. Johannsen (Eds), *Monitoring behaviour and supervision control*. Plenum Press.
- RASMUSSEN, J. (1987). Modelling Action in Complex Environments. *Technical report Riso-M-2684*, Riso National Laboratory, Roskilde, Denmark.
- REASON, J. (1988). *Human Error*. Cambridge (U.K.): University Press.
- WOODS, D.D. (1988). The Significance Message Concept for Intelligent Adaptive Data Display. C.S.E.L., *Report 88 -4*. Columbus (U.S.A.) : Ohio State University.
- WOODS, D., ROTH, E.M. (1988). Aiding Human Performance: II from Cognitive Analysis to Support Systems. *Le travail humain*, 51,2 : 139-171.

RESUME

Fidèle à la tradition francophone, l'erreur humaine est étudiée sur le terrain -ici- en anesthésie. Les auteurs précisent le contexte social, comparent l'anesthésie à un processus continu, développent une analyse cognitive de la tâche, insistent sur les aspects temporels et les exigences cognitives eu égard au fonctionnement cognitif de l'homme. Se référant à la distinction faite par Hollnagel (1991) entre fiabilité, robustesse et adaptabilité du système (homme et machine), ils présentent et analysent certaines erreurs humaines qui révèlent l'importance des éléments de variation de l'environnement et du caractère dynamique de la situation. Influencés par la Psychologie du temps, ils postulent l'existence de différents systèmes de référence temporels, et de synchroniseurs externes liés à ces systèmes, qui permettraient à un individu de répondre adaptativement aux exigences de synchronisation face à des événements, des actions, dont l'évolution ne peut se calibrer en temps d'horloge. Des systèmes de référence temporels inadéquats, des synchroniseurs absents, peuvent faire échouer cette adaptation à l'évolution et la dynamique de l'environnement.

La prévention intègre différentes mesures (technologiques, sociales, ergonomiques, organisationnelles, etc.), et repose sur le recueil et l'exploitation des erreurs. Cet article est dédié à J. Leplat.

(Mots clés : Sécurité, Prévention, Erreur humaine, Mécanismes cognitifs, Variabilité, Dynamicité, Synchronisation, Tâche.)