
Gestion de la prise d'informations pour la planification en situation dynamique : l'anesthésie

Françoise ANCEAUX*

Hervé THUILLIEZ *, Marie-Catherine BEUSCART-ZÉPHIR **

* LAMIH-PERCOTEC, UVHC, Le Mont Houy, 59313 Valenciennes Cedex

[Herve.Thuilliez /Francoise.Anceaux]@univ-valenciennes.fr

** CERIM, Faculté de Médecine, Université Lille 2, Place de Verdun, 59041 Lille Cedex

mbeuscart@univ-lille2.fr

RÉSUMÉ

Les expériences présentées ici s'intéressent aux activités de prise d'information sous tendant l'activité de planification des anesthésistes lors des phases précédant l'anesthésie. Divers travaux ont en effet montré que la tâche de l'anesthésiste (Gaba, 1994) consiste à appliquer un plan tout en surveillant l'évolution du processus et qu'une partie des actions effectuées en cours d'anesthésie sont préparées à l'avance (Xiao, Milgram, & Doyle, 1997b). Dans la première expérience, nous montrons que (i) les anesthésistes en charge de la consultation pré-opératoire mettent en œuvre une alternance de stratégies de prise d'information qui leur permet d'élaborer progressivement une représentation de l'état patient à partir de laquelle ils peuvent catégoriser le patient et, (ii) que les informations transmises sont celles qui serviront à l'anesthésiste de bloc pour sélectionner le plan adéquat et anticiper les éventuels problèmes. Dans la seconde expérience, nous montrons que les informations sélectionnées de manière préférentielle par les anesthésistes sont celles qui servent à sélectionner le plan adéquat.

MOTS-CLÉS

Gestion de la prise d'information ; planification ; anesthésie ; gestion des risques ; transmission d'informations

1 INTRODUCTION

L'anesthésie est une situation qui, depuis quelques années sert de support à l'étude de deux concepts centraux des activités de supervision des situations dynamiques, l'erreur (de Keyser & Nyssen, 1993; de Keyser & Woods, 1990; Gaba, 1989; Gaba, 1994; Nyssen & Javaux, 1996; Xiao, Mackenzie, & The Lotas Group, 1995) et la planification (Gaba, 1994 ; Xiao, Milgram, & Doyle, 1992a; 1992b; 1997a; 1997b). L'anesthésie est une situation dynamique à haut risque, instable, soumise à des contraintes temporelles fortes dans laquelle on a montré (Gaba, 1994) que l'anesthésiste doit réaliser deux tâches en parallèle : suivre un plan (pour induire, maintenir et terminer l'anesthésie) et détecter et corriger, en même temps, d'éventuelles perturbations. D'autres auteurs (Xiao *et al.*, 1997b) ont montré que de nombreuses réponses contingentes des anesthésistes sont préparées à l'avance. Ils ont ainsi mis en évidence l'importance de la planification préalable en faisant, à ce propos, le parallèle avec la phase de préparation de mission effectuée dans le pilotage d'avions de combat (Amalberti & Deblon, 1992).

Toutefois, ces auteurs se sont surtout focalisés sur les éléments constitutifs des plans mais se sont peu intéressés à la manière dont ils sont élaborés ou choisis parmi un ensemble de plans possibles. Pour notre part, nous avons choisi de nous intéresser à la prise d'informations effectuée par les anesthésistes préalablement à l'intervention, partant du postulat qu'elle aboutit à la construction d'une représentation du cas du patient permettant la sélection d'un plan. Cette étude nous apparaissait d'autant plus intéressante qu'en France, le processus de prise en charge anesthésique se décompose en plusieurs phases dont la première, la consultation pré-opératoire, est principalement dévolue à cette recherche des informations pertinentes. De surcroît, dans les « gros » hôpitaux français, des anesthésistes différents peuvent être en charge des trois parties pré, per et post opératoires ce qui implique deux conséquences du point de vue de la supervision du processus d'anesthésie : (i) l'anesthésiste qui effectue la consultation préopératoire ne planifie pas nécessairement son activité future dès la consultation, car son intervention ultérieure est potentielle. Il ne construit donc pas de représentation occurrente pour planifier son action mais essentiellement pour comprendre le cas

patient qu'il rencontre, en évaluer les risques et transmettre ces informations ; (ii) il s'agit bien là d'une activité collective que l'on peut apparenter à une relève de poste. Ce n'est pas le plan dans son ensemble qui est transmis, mais la représentation occurrente qui permet cette planification. Avant de nous s'intéresser plus précisément à la coopération, il nous semblait essentiel d'analyser les différentes phases de prise d'informations précédant l'anesthésie.

Après avoir décrit brièvement l'anesthésie en tant qu'activité de supervision de situation dynamique, nous présenterons quelques données théoriques et empiriques qui mettent l'accent sur le rôle de la planification dans cette activité en insistant sur le rôle des activités de prise d'information dans l'élaboration ou la sélection du plan. Nous présenterons ensuite deux expériences effectuées, pour l'une, lors de la consultation préopératoire et, pour l'autre, au début de la phase opératoire. Leur objectif est d'étudier les activités de gestion de prise d'information des anesthésistes et, plus particulièrement, de vérifier l'hypothèse selon laquelle les informations relevées pendant ces deux phases de prise d'information sont celles qui leur servent à sélectionner le plan le plus adéquat.

2 CADRE THÉORIQUE

L'anesthésie est une activité de supervision de situation dynamique dans laquelle l'anesthésiste a pour tâche de superviser l'évolution du processus physiologique humain qui est un matériel vulnérable, complexe et dynamique, surtout dans les conditions particulières générées par l'anesthésie et la chirurgie (Xiao, 1994). Ce processus est à haut risque, instable et variable. Il comprend plusieurs dynamiques sous de fortes contraintes temporelles : la dynamique du processus patient avec ses réactions aux produits et actes anesthésiques et chirurgicaux, la dynamique du processus anesthésique et celle du processus chirurgical.

L'objectif de l'anesthésie est d'assurer la survie du patient à l'opération chirurgicale (de Keyser *et al.*, 1993), d'une part, en le maintenant en vie dans un état d'inconscience et en prévenant les accidents et, d'autre part, en procurant les conditions nécessaires à l'intervention chirurgicale (Xiao *et al.*, 1997a,b). L'anesthésie générale se décompose en trois phases :

(a) La phase d'évaluation préopératoire comprenant la consultation préopératoire une à deux semaines avant l'opération et la visite pré-anesthésique de contrôle, la veille de l'intervention. C'est lors de cette phase que prend place la première étape de planification préalable, celle qui vise, d'une part, à évaluer les risques et à prendre la décision d'effectuer ou pas l'intervention et d'autre part, à relever et à transmettre les informations permettant la planification.

(b) La phase opératoire comprenant une sous étape d'induction de l'état de d'inconscience et une sous étape de maintenance de l'anesthésie. Cette phase est celle pendant laquelle le plan est mis en œuvre et éventuellement adapté aux circonstances, l'anesthésie étant un acte d'équilibrage continuellement ajusté entre le niveau de douleur provoqué par les actes chirurgicaux et la profondeur de l'anesthésie.

(c) La phase postopératoire comprenant la procédure de réveil et de fin de l'anesthésie.

Le lien entre ces différentes étapes est assuré par le dossier d'anesthésie, dont la fiche d'anesthésie est le premier élément, document légal mais servant également de mémoire et de support à la transmission des informations médicales nécessaires lors des phases per et post-opératoires.

2.1. Le besoin de planification dans les environnements dynamiques

Dans ces environnements, les opérateurs expérimentés sont peu souvent confrontés à des situations entièrement nouvelles et leur expérience leur procure un ensemble de procédures préétablies. De ce fait, ils ont rarement besoin d'élaborer un nouveau plan. Néanmoins, on peut considérer, avec Xiao *et al.* (1997b), que même les opérateurs humains expérimentés ont besoin de planifier, et ce, pour trois raisons essentielles. D'abord les risques d'erreurs sont nombreux et leur prévention est essentielle, les plans sont ajustés par anticipation ou en cours d'action pour répondre de façon adaptée à la situation. Ensuite, les nombreuses sources d'information nécessitent la mobilisation de plusieurs modalités sensorielles, et les plans permettent d'induire des attentes, une sélection de l'attention vers les sources d'information les plus pertinentes. Enfin, lors d'incidents, une réponse adaptée doit être rapidement apportée et, dans ce cas, la planification préalable de solutions alternatives est essentielle. La planification préalable est surtout essentielle dans les situations dans lesquelles la replanification en cours d'action est difficile à effectuer dans la mesure où la surcharge d'activité qu'elle suppose risquerait d'interférer avec la gestion à court terme de la situation, à savoir la surveillance du processus et l'exécution des actions qui ne peuvent être mises en attente. Dans le

pilotage d'avion de combat, par exemple, on considère qu'elle est une étape importante pour guider l'activité (Amalberti *et al.*, 1992) et qu'elle permet de réduire l'espace problème et d'appliquer des solutions qu'on ne peut construire pendant l'activité (Valot & Deblon, 1990).

2.2. La planification dans l'anesthésie

Les premiers modèles sur la planification l'ont considérée comme un processus de raffinements successifs dans lequel le plan est d'abord élaboré dans un espace abstrait de planification puis détaillé dans un espace d'exécution (Newell & Simon, 1972; Sacerdoti, 1977). Cette vision strictement *top-down* a ensuite été révisée par Hayes-Roth et Hayes-Roth (1979) qui introduisent la notion de planification opportuniste (multi-directionnelle et incrémentale) et l'envisagent comme une sorte de «préparation mentale» : elle est alors définie comme une conception anticipée d'une procédure d'action sans rétroaction du résultat de l'action sur l'environnement. Les conceptions actuelles de la planification (Hoc, sous presse), reposant sur cette notion de planification opportuniste, insistent sur le fait que les plans ne sont pas des fins en soi, mais sont des guides pour l'activité qui ne sont pas exécutés tels quels. La planification repose sur l'utilisation de plans existants stockés en mémoire et/ou de plans nouvellement élaborés.

L'anticipation est une des propriétés essentielles de la planification. Denecker (1999) la considère comme une représentation explicite du futur (la prévision) et/ou comme une activation préparatoire (l'attente). Dans les situations de surveillance de processus, elle interviendrait à deux niveaux. La préparation à certaines situations permettrait la sélection de l'information pertinente par une focalisation attentionnelle et la prévision des résultats servirait à préparer les actions et à les ajuster si nécessaire. C'est cette composante anticipatrice que l'on retrouve nettement dans les définitions de Xiao *et al.* (1997b) qui décrivent la planification préalable comme un processus de préparation des ressources pour l'action et de Gaba (1994) pour qui elle permet une résolution de problèmes dirigée par l'anticipation du besoin de préparation et de coordination des actions.

La schématisation est une autre propriété de la planification. C'est à l'origine l'idée de Simon (1969) pour lequel il est indispensable, pour résoudre des problèmes complexes, de décomposer la situation ou le système en des représentations de différents niveaux de détails permettant ainsi une hiérarchisation en sous schémas ou plans, ce qui réduit la complexité de l'environnement. Pour Hoc (1987), le plan est une représentation schématique et/ou hiérarchisée guidant l'activité qui n'est détaillée que lors de l'exécution de l'action.

Selon Gaba, Howard, & Small (1995), dans l'anesthésie, le plan comprend la représentation de l'état du patient, de l'objectif de l'intervention et des ressources (mentales, physiques et techniques) nécessaires et disponibles. D'une part, un plan est construit lors de la consultation préopératoire afin d'identifier les besoins techniques de la chirurgie envisagée, d'évaluer l'existence et la sévérité des problèmes médicaux sous-jacents, et enfin d'assortir les besoins aux ressources disponibles (Gaba, 1994). D'autre part, lors de la supervision du processus de l'anesthésie en cours d'action, les anesthésistes experts prennent en compte de nombreux paramètres dans la planification, comme par exemple les préconditions nécessaires pour réaliser les actions (par exemple, l'impossibilité de mesurer le flux sanguin généré par le cœur si un cathéter adapté n'est pas présent dans le cœur), les contraintes sur les actions proposées (l'impossibilité de vérifier la taille des pupilles du patient si sa tête se trouve sous le drap chirurgical), les effets secondaires de ces actions, leur rapidité et leur facilité d'implémentation, leur réversibilité ainsi que leur coûts en termes d'erreurs, d'attention et de ressources.

Pour Xiao (Xiao *et al.*, 1992a, 1992b ; Xiao *et al.*, 1997a, 1997b), la planification préalable apparaît fragmentaire, c'est-à-dire que seuls quelques aspects du cas sont examinés et anticipés habituellement par les anesthésistes. Ces auteurs se sont intéressés à la mise en évidence des informations qui sont passées en revue dans les rapports pré-opératoires et qu'ils appellent les « points pris en considération ». Il s'agit de problèmes généraux liés à l'état du patient, des difficultés attendues dans l'exécution des procédures, des tâches spécifiques au cas, etc., qui tous, renvoient à des problèmes potentiels qui peuvent être évités, allégés ou résolus de manière particulière. Ils notent à ce propos une centration sur l'identification des problèmes plutôt que sur les solutions. La planification en cours d'action repose sur une combinaison des activités mentales et physiques, une part importante de l'attention étant allouée aux écarts par rapport aux plans usuels.

De même que Gaba (1994), ces auteurs s'intéressent surtout à l'exécution du plan et aux stratégies de planification mise en œuvre au début et pendant l'anesthésie elle-même. Pour notre part, nous nous

intéressons aux stratégies de prise d'information sous tendant l'élaboration de la représentation du cas. En effet, selon Hoc (1987), le choix du plan s'effectue sur la base d'une représentation de la situation dont la construction est guidée par l'utilisation qui va en être faite. Nous pensons, comme Gaba (1994) que, dans l'anesthésie, le plan est sélectionné ou construit à partir de l'évaluation préopératoire du patient (Anceaux & Beuscart-Zéphir, sous presse ; Anceaux, Beuscart-Zéphir, & Sockeel, 1999). Or, comme nous l'avons signalé, il existe, en France, une consultation préopératoire, qui se déroule en moyenne une semaine avant l'intervention. Cette étape n'est pas toujours réalisée par l'anesthésiste en charge de l'opération et les informations recueillies lors de cette phase sont transmises par le biais de la fiche d'anesthésie contenue dans le dossier d'anesthésie. La planification préalable s'effectue dès lors en deux étapes :

- lors de la consultation préopératoire, l'anesthésiste recueille les informations auprès du patient avec deux objectifs principaux. D'une part, il se construit progressivement une représentation du cas qui lui permettra (i) de guider la prise d'informations, (ii) de décider de la faisabilité de l'intervention et (iii) de choisir/construire un plan intégrant les caractéristiques du patient, les facteurs de risques et les contraintes, et également le « protocole d'anesthésie » à utiliser ultérieurement ainsi que les contraintes qu'il impose et les ressources qu'il nécessite. D'autre part, et sur la base de cette représentation, il décide des informations à transmettre. Si l'on se réfère aux résultats de Gaba (1994) et de Xiao (Xiao *et al.*, 1997b), on peut s'attendre à ce que le plan élaboré dans cette phase soit général, sa spécification n'étant nécessaire qu'en cours d'exécution. Toutefois, les informations nécessaires à la particularisation du plan doivent être présentes sur la fiche puisque ce sont elles qui serviront, lors de la phase peropératoire, à particulariser le plan.
- au début de la phase peropératoire, l'anesthésiste de bloc consulte les informations recueillies et transmises par l'anesthésiste de consultation. Cette prise d'information lui permet de choisir/élaborer un plan contenant les mêmes éléments que précédemment. Les informations sélectionnées lors de cette phase doivent être, de manière prioritaire, celles qui servent à la sélection du plan.

3 EXPÉRIENCE 1 : la gestion de la prise d'informations lors de la consultation préopératoire

L'objectif de cette première expérience était (i) d'étudier la manière dont la prise d'informations et leur transmission sont gérées par les anesthésistes en charge de la consultation ainsi que (ii) de mettre en évidence les différents éléments d'information pris en considération.

3.1. La situation d'étude

Comme nous l'avons précisé précédemment, la consultation préopératoire est principalement dévolue à la planification des phases ultérieures. Pour toutes les interventions chirurgicales prévues, la consultation préopératoire se déroule en moyenne une ou deux semaines avant l'intervention elle-même. Selon les anesthésistes, elle consiste en : (i) l'instauration d'un climat de confiance et (ii) l'exploration systématique du champ médical du patient, appareil par appareil, pour identifier les pathologies sources de risque, catégoriser le patient en fonction des risques (« sans », « à surveiller », « haut risque »), anticiper les problèmes potentiels, noter les informations pertinentes et les transmettre à l'anesthésiste de bloc.

Cette activité est réalisée par le biais d'un entretien et d'un examen clinique, assortis d'une prise de notes sur une fiche, dite fiche d'anesthésie, qui est intégrée au dossier d'anesthésie, et qui sera réutilisée en salle d'opération, puis en salle de réveil. En France, la fiche d'anesthésie a un double rôle. Elle est d'abord, comme le dossier d'anesthésie dont elle est le premier élément, un document légal. Par ailleurs, dans la mesure où l'anesthésiste en charge de la consultation n'est pas toujours celui qui assurera l'anesthésie elle-même, elle sert de support à la transmission des informations médicales pertinentes aux anesthésistes en charge de l'induction et de la maintenance. Les fiches comportent à la fois des informations administratives et médicales. Elles peuvent être structurées de manière différente selon les services, mais elles sont pratiquement toujours découpées en champs (entre 8 et 12), eux-mêmes découpés en sous champs et items. Sur ces fiches, la saisie est manuscrite, le codage des informations notées est libre ainsi que le remplissage de certains champs (antécédents...). Elles servent également pour noter les informations nouvelles éventuellement recueillies lors de la visite au lit du patient qui a lieu la veille de l'intervention et dont l'objectif est de vérifier que l'état du patient n'a pas évolué de manière significative depuis la consultation.

3.2. Méthode

Dans un premier temps, treize anesthésistes effectuaient chacun deux consultations, une avec un cas facile (mise en relation aisée des informations permettant l'instanciation d'un plan usuel, routinier, peu détaillé, intervention ne nécessitant pas de procédures spécifiques lors de l'induction et de la maintenance), une avec un cas difficile (mise en relation plus compliquée des informations aboutissant à la sélection d'un plan qui doit être adapté, d'un niveau de détail plus élevé et nécessitant des procédures spécifiques lors de l'induction et de la maintenance). Pour des raisons matérielles, nous n'avons pas pu utiliser deux groupes équivalents de sujets différenciés sur leur expérience : il y avait onze anesthésistes expérimentés et seulement deux débutants (internes). Les consultations étaient réalisées avec des patients volontaires pour participer à l'étude.

Ont été recueillies la durée de la consultation, les champs interrogés et renseignés, les informations recueillies et notées, les types de notation utilisés. A partir de l'ordre de passage en revue des champs et de l'ordre de notation des informations, nous avons construit des graphes de dialogues permettant la représentation des échanges entre patient et anesthésiste et les notations qui en découlent (pour une présentation détaillée, cf. Anceaux *et al.*, sous presse ; Anceaux *et al.*, 1999).

Toutes les consultations ont été enregistrées (audio et vidéo) et des entretiens ont été effectués à la fin de chacune d'entre elles. Ces entretiens ont été utilisés afin d'aider à l'interprétation des données décrites précédemment.

Nous avons en particulier demandé aux anesthésistes de nous expliquer le rôle de chacun des champs de la fiche dans la future activité d'induction et de maintenance de l'anesthésie, ce qui nous a permis de catégoriser les différents champs et items de la fiche selon la valeur fonctionnelle de ces informations dans le processus de prise en charge anesthésique. Nous avons ainsi pu classer les champs en 3 catégories selon que les informations qu'ils contiennent servent à la programmation de l'intervention (les préconditions, par exemple la présence de l'accord parental pour les enfants) ou à la planification des actions (Gaba, 1994). Cette dernière catégorie a été divisée en deux selon que les champs et items renvoient à l'élaboration ou au choix du plan (une allergie au latex par exemple) ou à l'ajustement (particularisation et/ou modification) de ce plan (par exemple, le poids d'un enfant qui détermine la quantité de produit injectée).

Nous leur demandions également les raisons des éventuels « sauts » d'un champ à l'autre lors du dialogue et de la notation résultante. Ces informations ont été utilisées pour interpréter les graphes de dialogue précédemment présentés. Pour chacun des cas, un avis sur sa faisabilité était demandé et ce, sur quatre critères (la quantité de travail que représente le cas en consultation, la quantité de travail qu'il engendre au bloc opératoire, le niveau de technicité à mettre en œuvre et enfin le stress qu'il implique). Cette évaluation nous a permis de vérifier le niveau de difficulté des cas présentés.

Parallèlement à cette analyse de l'activité de collecte d'informations des anesthésistes, nous avons analysé le contenu de 100 fiches d'anesthésie remplies (71 cas faciles et 29 difficiles) par des anesthésistes experts. Nous avons en particulier analysé la quantité d'informations notées et la manière dont elles étaient notées (sous forme brute – par exemple une valeur de paramètre- ou interprétée – par exemple une alarme, un élément de planification).

Par ailleurs, et pour répondre à notre second objectif, nous nous sommes intéressés aux différents types d'informations retenues (notées) par les anesthésistes en fonction du rôle qu'elles jouent dans la prise de décision et dans la planification de l'anesthésie. Nous avons pour cela utilisé la catégorisation des champs présentée ci-dessus.

3.3. Résultats

Étude de la gestion de la prise d'informations

L'analyse des données recueillies auprès des 13 anesthésistes nous a permis d'effectuer les constatations suivantes.

La consultation dure de 5 à 7 minutes en moyenne pour les cas faciles et de 15 à 20 minutes pour difficiles. De manière générale, on observe que l'interrogatoire est rarement effectué champ par champ. En effet, même si on trouve un sous-ensemble de questions identique pour tous les cas et tous les anesthésistes, les différents champs ne sont pas habituellement abordés dans un ordre systématique et les uns après les autres. Seuls les deux débutants (internes) ont tendance à passer en revue l'ensemble des champs de manière ordonnée et systématique. L'ordre des questions semble

influencé par deux facteurs indépendants, la difficulté du cas et la procédure d'exploration du champ médical du patient utilisée par l'anesthésiste qui, elle, semble être liée à l'expérience. Nous avons pu mettre en évidence trois types d'exploration qui peuvent coexister au sein d'une même consultation.

Procédure 1 : l'anesthésiste suit un ordre systématique et standard, champ par champ et appareil par appareil.

Procédure 2 : à partir d'une réponse donnée par le patient, l'anesthésiste infère des informations pertinentes et pose un ensemble de questions pour confirmer son hypothèse. Cette procédure conduit à des courts-circuits significatifs dans l'exploration du champ médical du patient et se caractérise par des changements de champ.

Procédure 3 : à certains moments, l'anesthésiste laisse parler le patient, lui fait « raconter son histoire » aussi longtemps que ce qu'il dit est pertinent au propos de la consultation. Cette procédure conduit également souvent à des changements de champ.

Ces stratégies peuvent coexister dans un même entretien et il apparaît une dominance de la procédure 1 dans les cas simples (et généralement chez les débutants), alors que les cas plus difficiles se caractérisent par une alternance des 3 stratégies avec des sauts successifs d'un champ à l'autre.

Étude de la gestion de la prise d'informations

Cette étude a été effectuée à partir des données recueillies auprès des 13 anesthésistes et de l'analyse des 100 fiches remplies.

Les notations des 13 anesthésistes présentent d'importantes différences interindividuelles quant à l'emplacement de saisie de certaines données relatives surtout aux antécédents et aux données cliniques. Certaines données essentielles pour les anesthésistes ne rentrent dans aucun champ (les addictions par exemple) et sont donc inscrites un peu n'importe où.

L'ordre de notation des données sélectionnées est variable d'un cas à l'autre. Il dépend en grande partie de l'ordre d'apparition des informations lors de l'interrogatoire ce qui amène les anesthésistes à très souvent passer d'un champ à un autre.

Il semble également apparaître un effet de l'expertise que nous ne pouvons vérifier étant donné le petit nombre de sujets novices. Globalement, les novices remplissent la totalité des champs proposés sur la fiche, notant « RAS » pour tout ce qui ne pose pas problème, renseignant les champs avec des données brutes et ne semblent pas faire de différences entre les informations notées en fonction de leur importance dans le processus anesthésique. Les données rentrées par les experts, moins nombreuses, apparaissent comme plus informatives : ils notent plus d'informations interprétées, non signalées par le patient et qui sont le résultat d'inférence (par exemple, le patient déclare prendre un certain médicament et l'anesthésiste note la pathologie sous jacente ; l'anesthésiste met en évidence par un surlignage un indicateur de risque) et ne remplissent que les champs pour lesquels il y a quelque chose à signaler, partant du principe que « *s'il n'y a rien d'inscrit dans un champ, c'est qu'il n'y a rien d'important à ce propos* ».

Les résultats de l'analyse des 100 fiches d'anesthésie sont présentés dans le tableau 1.

Tableau 1 : nombre moyen d'informations notées sur les fiches d'anesthésie selon la difficulté des cas
(les écarts types figurent entre parenthèses)

	Cas faciles (N=71)	Cas difficiles (N= 29)	Effets
Nombre d'items	44,55 (11,50)	53,55 (10,37)	$t(99)=4,77 ; p<.0001$
dont Taux d'informations interprétées	19,02 % (8,40)	15,50 % (8,04)	NS
dont Taux d'alarmes	9,85% (12,83)	24,42% (23,72)	$t(99)=3,97 ; p<.0001$
Taux de RAS	84,73% (20,35)	70,13% (27,43)	$t(99)= 2,94 ; p<.004$
Taux de planification explicite	2,63% (6,66)	1,99% (5,65)	NS

Le nombre d'informations notées est significativement plus élevé quand les cas sont difficiles. Comme nous avons précédemment observé des notations spécifiques chez les 11 anesthésistes experts, nous avons mis en évidence la présence des informations « interprétées » dans les fiches. Nous avons relevé les signaux d'alarmes (surlignage, encadrement, etc.), les symboles indiquant que la valeur du paramètre est normale (RAS, Ø, etc.) ainsi que les éléments de planification explicites (prévoir..., faire attention à..., etc.). Ces informations interprétées représentent entre 15 et 20% des items notés et ce, que le cas soit simple ou pas. Le taux global d'éléments de planification explicite est très peu élevé (moins de 1% du nombre total d'items) et ne représente que moins de 3% des

informations interprétées. Ce sont les indicateurs « que tout va bien » qui représentent la majorité des informations interprétées et ce, significativement plus souvent quand le cas est simple ($d=14\%$; $t(99)=2,94$; $p<.004$). Le taux d'alarmes est, comme on pouvait s'y attendre, nettement moins élevé pour les cas simples.

Étude des informations selon leur utilité dans le processus de prise en charge ultérieure

Comme nous l'avons signalé dans la partie précédente, les entretiens d'auto-confrontation ont, entre autres, servi à catégoriser les différents champs et items de la fiche en 3 catégories de programmation de l'acte, d'élaboration/choix de plan et d'ajustement de plan selon la valeur fonctionnelle de ces informations dans le processus de prise en charge anesthésique.

Tableau 2: Taux d'informations pour les différentes catégories fonctionnelles selon la difficulté des cas (les écarts types figurent entre parenthèses)

Taux d'informations :	Cas faciles (N=71)	Cas difficiles (N= 29)	Effets
élaboration de plan	9,86% (4,82)	7,21% (3,26)	$t(99)=2,74$; $p<.01$
dont Taux d'informations interprétées	45,94% (28,72)	32,98% (23,19)	$t(99)=2,18$; $p<.05$
ajustement de plan	72,34 % (15,45)	78,38% (17,32)	NS
dont Taux d'informations interprétées	37,97% (12,82)	28,32% (10,75)	$t(99)=2,22$; $p<.05$
programmation de l'acte	17,80% (5,82)	14,41% (4,15)	$t(99)=4,48$; $p<.0002$
dont Taux d'informations interprétées	2,60% (6,78)	0,37% (2,02)	NS

On observe dans le tableau 2 que les informations relatives à l'ajustement des plans sont les plus nombreuses et ce, que les cas soient simples (75%) ou difficiles (79%). Les informations relatives à la programmation de l'intervention sont plus nombreuses quand le cas est simple (20%) que difficile (15%), ce qui semble normal étant donné que dans les cas difficiles, des ajustements techniques et matériels doivent être envisagés lors de l'anesthésie elle-même. Pour ces deux catégories, les informations interprétées sont significativement plus nombreuses quand le cas est simple.

Il est intéressant de noter que les informations relatives à l'élaboration ou au choix du plan sont relativement peu nombreuses et ce, même si elles le sont plus dans les cas simples que dans les cas difficiles. On trouve un très faible taux d'informations interprétées et ce, quel que soit le type de cas.

3.4. Discussion

Nous avons pu mettre en évidence le fait que, lors des consultations préopératoires, les anesthésistes mettent en œuvre trois stratégies de gestion de la prise d'information différentes utilisées en alternance, alternance qui réalise plusieurs fonctions. La fonction essentielle est liée à l'élaboration de la représentation du cas, élaboration effectuée par le biais d'une prise d'informations de type « opportuniste » (en référence à Hayes-Roth *et al.*, 1979) mêlant des stratégies ascendantes et descendantes (Hoc, 1987). Cette élaboration semble soutenue par la fiche papier qui, contenant les informations retenues, devient une sorte de transcription externe de la représentation en cours d'élaboration du cas. Une autre fonction de cette alternance est de remplir un des objectifs de la consultation, à savoir « instaurer un climat de confiance » ou « préparer le patient à l'intervention ».

Ces observations ont par ailleurs permis de montrer que les informations retenues par les anesthésistes lors de la consultation ont des statuts fonctionnels différents pour l'intervention ultérieure. Une partie des informations relève en effet des préconditions nécessaires à la mise en place de l'intervention et à sa programmation. Une autre partie sert à catégoriser le cas, à décider de sa faisabilité et à sélectionner un plan. Mais la majorité des informations notées sont celles qui sont nécessaires à l'ajustement du plan sélectionné à la situation particulière. C'est parmi l'ensemble des informations relatives à la planification que l'on trouve le plus d'éléments interprétés et, en particulier, les indicateurs de risque et les indicateurs de normalité du cas.

4 EXPÉRIENCE 2 : LA GESTION DE LA PRISE D'INFORMATIONS AU DEBUT DE LA PHASE PER-OPERATOIRE

L'objectif de cette deuxième expérience était d'étudier l'activité de prise d'information des anesthésistes au début de la phase peropératoire et, en particulier, de déterminer quelles informations

étaient prises, dans quel ordre et ce, en fonction de leur rôle dans la planification de l'intervention. Notre hypothèse est ici que les informations qui seront prises en premier et le plus souvent sont les informations permettant à l'anesthésiste de sélectionner un plan.

4.1. La situation d'étude

La phase per-opératoire débute par une prise de connaissance des éléments d'informations relatifs au patient contenus dans la fiche présentée précédemment, éléments qui déterminent le choix ou l'élaboration du plan. Nous nous sommes centrés sur cette courte période qui se termine lorsque l'anesthésiste commence l'induction.

Pour pouvoir homogénéiser les conditions de passation et contrôler les facteurs expérimentaux, nous avons choisi de simuler cette phase en présentant sur ordinateur des fiches d'anesthésie remplies lors de consultations préalables. Le logiciel construit pour l'expérimentation permet que les champs d'informations de la fiche d'anesthésie soient cachés ou affichés. Seuls les titres des champs sont toujours apparents et l'appui et le maintien du bouton droit de la souris sur un champ laisse apparaître son contenu.

4.2. Méthode

Les sujets sont 4 anesthésistes experts qui travaillent dans le même service depuis au moins 5 ans.

Chaque sujet est confronté à 8 fiches présentées dans un ordre aléatoire pour neutraliser les éventuels effets d'ordre, chacune proposant un cas réel. Les 8 fiches (cas) sont construites à partir de la combinaison de deux facteurs expérimentaux : la difficulté du cas {facile, difficile}, telle que définie dans l'expérience précédente et la quantité d'information {peu, beaucoup}, définie par le nombre d'unités sémantiques présentes sur l'ensemble de la fiche d'anesthésie ; chaque combinaison étant représentée par deux fiches.

Nous utilisons par ailleurs dans cette expérience la catégorie du champ comme facteur expérimental. Pour ce faire, nous avons affiné la catégorisation précédente en scindant, d'une part la catégorie ajustement de plan en deux catégories, une de « modification de plan » (information déterminant un ajustement du plan à des conditions particulières : le traitement actuel du patient par exemple qui nécessite des précautions inhabituelles) et une de « particularisation de plan » (information déterminant la valeur d'une variable : âge/poids/taille, par exemple). D'autre part, la catégorie préconditions a été divisée en une catégorie de « préconditions globales » (nécessaires pour la mise en œuvre de l'intervention : l'identité du patient par exemple) et les « préconditions locales » d'actions (nécessaires pour une action précise : le groupe sanguin par exemple). La catégorie « choix/élaboration de plan » n'a pas été modifiée.

Après une familiarisation avec le logiciel, les sujets devaient dans un premier temps consulter les informations contenues sur la première fiche « comme s'ils débutaient l'anesthésie du patient, dans l'ordre qu'ils souhaitaient et sans restriction de temps ». Un rappel des informations qu'ils estimaient essentielles, effectué sur une fiche papier vierge, avait ensuite lieu. Le même enchaînement était utilisé pour chacun des 8 cas.

Le logiciel permettait d'enregistrer automatiquement le nombre et l'ordre de consultation des champs, le temps de consultation par champ et le temps total. Nous avons également recueilli, pendant le rappel, le nombre de champs remplis ainsi que l'ordre de leur rappel.

4.2. Résultats

Étant donné qu'aucune différence n'a pas été mise en évidence en fonction de la difficulté du cas et de la quantité d'informations contenues sur la fiche, les données présentées ci-après représentent des moyennes sur l'ensemble des fiches.

De manière globale, on constate que les anesthésistes consultent en moyenne près de 64% des champs d'informations de la fiche, le nombre total de champs étant de 26. Les retours sur des champs déjà consultés sont très rares (de l'ordre de 1,12 en moyenne). La consultation d'une fiche dure en moyenne un peu moins d'une minute, le temps moyen passé par champ étant de l'ordre de 2 secondes. Lors du rappel, ils renseignent 50 % des champs de la fiche d'anesthésie.

La consultation des fiches selon la catégorie des champs

On observe dans le tableau 3 que les champs les moins consultés sont ceux de préconditions globales (toutes les comparaisons avec les autres catégories sont significatives : $t_{(4,15)}$ allant de 3,11 à 5,24).

Les autres catégories ne se distinguent pas (toutes comparaisons NS) et ce, même si les champs de choix de plan sont regardés un peu plus souvent que les autres (80% de ces champs sont consultés). Pour ce qui concerne la durée de consultation moyenne par champs, on observe 3 ensembles qui se distinguent : les champs de choix de plan et de préconditions globales sont ceux qui sont consultés le plus rapidement, les champs de préconditions globales se distinguant de l'ensemble des 3 autres catégories ($t_{(4,15)}$ de 2,53 à 2,95), ceux de choix de plan se distinguant des champs de particularisation ($t_{(4,15)} = 2,54$; $p < .04$) et de préconditions locales ($t_{(4,15)} = 2,67$; $p < .04$). Les champs de particularisation de plan et de préconditions locales sont ceux qui sont consultés le plus longuement. Les champs de modification de plan sont en quelque sorte intermédiaires et ce même s'ils ne se distinguent que des champs de préconditions globales ($t_{(4,15)} = 2,53$; $p < .04$).

Tableau 3 : Caractéristiques de la consultation des champs selon leur catégorie
(les écarts types figurent entre parenthèses)

	Choix Plan	Modifica- tion plan	Particulari- sation plan	Précondi- tions globales	Précondi- tions locales
Proportions moyennes de champs consultés (par rapport au nombre de champs dans la catégorie)	0,80 (0,18)	0,66 (0,15)	0,73 (0,18)	0,29 (0,08)	0,70 (0,26)
Temps moyens de consultation (secondes)	1,15 (0,32)	1,95 (0,65)	3,21 (1,62)	1,06 (0,25)	2,37 (0,88)
Rang moyen de consultation	5,06 (0,62)	10,02 (3,67)	9,83 (1,27)	8,67 (1,68)	14,75 (2,92)

Les catégories de champs se distinguent également quant à l'ordre dans lequel ils sont consultés. Les champs de choix de plan sont ceux qui ont le rang moyen le plus faible (toutes comparaisons significatives avec les autres catégories : $t_{(4,15)}$ de 2,67 à 6,75). Les champs de préconditions locales étant quant à eux regardés en dernier (toutes comparaisons significatives avec les autres catégories : $t_{(4,15)}$ de 3,09 à 6,50). Les trois autres catégories ne se distinguent pas les unes des autres.

Le rappel des fiches selon la catégorie des champs

Les résultats présentés dans le tableau 4 montrent que les champs les plus rappelés par les anesthésistes sont ceux appartenant à la catégorie de choix du plan (toutes comparaisons significatives avec les autres catégories : $t_{(4,15)}$ de 3,69 à 12,24), les moins rappelés étant ceux de préconditions globales toutes comparaisons significatives avec les autres catégories : $t_{(4,15)}$ de 8,72 à 12,24). Ici encore, les 3 autres catégories de champs ne se distinguent pas les unes des autres.

Tableau 4: Caractéristiques du rappel des champs selon leur catégorie
(les écarts types figurent entre parenthèses)

	Choix Plan	Modifica- tion de plan	Particularisa- tion de plan	Précondi- tions globales	Précondi- tions locales
Proportions moyennes de champs rappelés (par rapport au nombre de champs dans la catégorie)	0,79 (0,10)	0,54 (0,09)	0,52 (0,08)	0,13 (0,04)	0,52 (0,08)
Rang moyen de rappel	5,10 (1,02)	6,35 (1,45)	6,78 (0,78)	6,11 (0,57)	10,02 (4,13)

Pour ce qui concerne l'ordre de rappel, on observe un patron assez proche de l'ordre de consultation, avec les catégories de choix de plan qui apparaissent les plus rappelés et celles de préconditions locales les moins rappelés ($t_{(4,15)}$ de 2,67 ; $p < .04$). Aucune autre comparaison n'est ici significative.

4.4. Discussion

Nous avons signalé précédemment qu'aucun effet de la difficulté des cas et de la quantité d'informations n'avaient pu être mis en évidence. Pour ce qui concerne la difficulté, que nous avons définie comme la mise en relation plus ou moins aisée des informations permettant l'instanciation d'un plan de routine pour les cas faciles ou l'ajustement d'un plan pour les cas difficiles, nous avons pu vérifier, à l'aide de l'évaluation de ces cas sur les quatre dimensions présentées dans l'expérience 1, que les sujets différencient effectivement ces cas quant à la difficulté. Toutefois, ce sont des cas habituels, rencontrés dans leur pratique quotidienne et, nos sujets étant expérimentés, il semble que ce

facteur ne modifie pas les stratégies de prise d'information.

Pour ce qui concerne la quantité d'unités sémantiques, nous avons observé un effet trivial (plus il y a d'informations, plus le temps de lecture global est long), effet qui disparaît dès que l'on s'intéresse au temps par champs. Il semble donc que les stratégies de prise d'information ne soient pas influencées par ce facteur.

Les résultats présentés dans les tableaux 3 et 4 permettent de montrer que les champs qui sont à la fois les plus consultés, les plus rappelés et ce, en premier, sont les champs contenant les informations permettant de choisir ou d'élaborer le plan. Ces champs sont également ceux qui sont consultés le plus rapidement. Ces résultats semblent aller dans le sens de notre hypothèse selon laquelle les informations nécessaires à la sélection du plan sont prises en premier et ont un poids particulier dans la prise de décision, ce qui est confirmé par le fait qu'elles sont également rappelées de manière un peu plus importante que les autres et ce, en premier.

Les informations relatives aux ajustements du plan choisi (modification et particularisation) sont quant à elles prises plus tardivement, sont un peu moins consultées moins rappelées. Ce résultat semble confirmer les travaux de Xiao (1994 ; Xiao *et al.*, 1997a,b) qui parle de planification fragmentaire. Il semble que les anesthésistes ne planifient que partiellement l'anesthésie en prenant en considération un nombre d'éléments limités à partir desquels ils choisissent un plan qu'ils ne spécifient que partiellement, les éléments utiles à la décision et/ou qui permettent une anticipation des risques étant privilégiés.

Il est intéressant de noter que la catégorie « préconditions globales » apparaît comme atypique. Ses champs sont peu consultés, très rapidement et ce, de manière relativement précoce, le même patron apparaissant pour le rappel. Il nous faut signaler ici que les 6 champs qui constituent cette catégorie « se conduisent » de manière différente : 3 des champs sont regardés en tout premier lieu et les 3 autres le sont en tout dernier ; ce qui peut s'expliquer par le fait que les 3 champs consultés en premier sont en fait des champs de vérification qui permettent de constater que la fiche correspond bien au patient qui arrive en salle d'opération, alors que les autres représentent peu d'intérêt pour l'activité à ce moment, la décision d'opérer étant prise auparavant.

5 DISCUSSION GÉNÉRALE

Les résultats des deux expériences semblent bien montrer que les deux phases étudiées ici participent à la sélection/élaboration du plan.

La première phase per-opératoire se caractérise par la mise en œuvre de stratégies de gestion de prises d'information qui permettent, par le biais d'une prise d'information articulant des stratégies ascendantes (dirigées les champs de la fiche) et descendantes (dirigées par la représentation en cours d'élaboration et la connaissance des plans possibles), d'élaborer une représentation remplissant une double fonction dans le processus de planification : une fonction de sélection des informations pertinentes et une fonction de transmission de ces informations.

Comme nous le supposions, les informations transmises par le biais de la fiche comportent une partie des « *points for consideration* » mis en évidence par Xiao (Xiao *et al.*, 1997a,b). Cette liste de considération fonctionnerait comme un ensemble d'« indicateurs d'alerte » qui guident l'attention de l'anesthésiste de bloc, à la fois lors de la prise d'informations précédant l'induction pour la sélection du plan et, en cours d'action, dans un environnement dynamique, multitâches pour la réalisation de buts multiples et souvent conflictuels. Cette fonction de la fiche d'anesthésie est mise en évidence à la fois par le fait que près des trois quarts des informations notées renvoient à l'ajustement des plans (particularisation et/ou modification et par le positionnement de différents marqueurs utilisés pour mettre en évidence les informations (indicateurs d'alarmes ou du fait que « tout est normal »).

Lors de la prise d'information effectuée au début de la phase per-opératoire, nous avons pu vérifier l'hypothèse selon laquelle les informations qui sont majoritairement prises et ce, en premier, sont les informations servant à sélectionner le plan. Ces informations, qui représentent 10% des informations notées par les anesthésistes lors de la consultation pré-opératoire, représentent 15% des informations consultés et près de 20% des informations rappelées par les anesthésistes dans la deuxième expérience. Les informations de préconditions globales, qui représentent 23% des informations notées sur la fiche, ne représentent que 10% des informations consultées et 6% des informations rappelées. Quant aux informations relatives à l'ajustement des plans, alors qu'elles représentaient globalement près de 75% des informations notées, elles ne représentent que 65% des

informations consultées et rappelées. Les informations permettant d'instancier le plan à un niveau plus opérationnel ne sont donc pas toutes utilisées lors de la consultation des informations de la fiche d'anesthésie. Ce constat va dans le sens de Xiao (Xiao *et al.*, 1997a,b) selon lequel la planification apparaît comme fragmentaire. Il nous semble cependant nécessaire de moduler cette conclusion en rappelant qu'étant donné que la plupart des cas étudiés, qu'ils soient simples ou plus difficiles, sont des cas « habituels », l'instanciation d'un plan spécifié dans ses moindres détails n'est nécessaire ni pour la prise de décision relative à la faisabilité de l'intervention, ni pour la planification de l'intervention.

Ces auteurs constatent par ailleurs que les anesthésistes se focalisent plus sur l'identification des problèmes que sur les solutions particulières. Ceci semble également confirmé par les données de la première expérience qui montrent que très peu d'éléments explicites de planification ou de solution sont présents. On peut toutefois se demander si, dans le cas des anesthésistes sujets de cette étude, un tel constat n'est pas dû en partie au fait qu'ils savent que l'intervention ne sera très probablement pas effectuée par eux-mêmes. Ils pourraient dans ce cas préférer transmettre à l'anesthésiste en charge de l'intervention des informations majoritairement brutes, en insistant toutefois sur les éventuels obstacles aux procédures de routine, laissant ainsi à ce dernier la possibilité de se construire sa propre représentation du cas. Par ailleurs, nous n'avons pas pu étudier cet aspect dans la seconde expérience, dans la mesure où, à cause du logiciel, qui ne distinguait pas les différents éléments des champs, nous n'avons pu analyser une éventuelle prise d'information spécifique de ces éléments de planification ou de réponse à un problème anticipé.

6 CONCLUSION

La situation d'anesthésie semble être une situation particulièrement appropriée pour l'étude des activités de planification, considérées comme essentielles à la supervision de situations dynamiques. En effet, elle permet d'étudier les différents types d'activité que recouvre la notion de planification : la planification préalable, puisqu'elle fait partie de ces situations à risque et sous fortes contraintes temporelles qui nécessitent une telle activité ; la planification dans l'action, puisque le processus présente des phases de faible charge pendant lesquelles la planification de phases éloignées temporellement (comme la fin de l'anesthésie) peut être effectuée ; l'ajustement de plans, dans la mesure où le processus physiologique est de nature particulièrement instable sous conditions anesthésiques ; et enfin, la replanification, puisque le processus n'est pas aussi rapide que l'aviation de combat et que certains incidents peuvent nécessiter une telle activité.

Dans les expériences rapportées ici, nous n'avons envisagé que la planification préalable et sous l'angle restreint de la gestion de la prise d'informations sous-tendant la construction de la représentation sur laquelle repose la planification. Les résultats, mis en parallèle avec ceux de Xiao (Xiao *et al.*, 1992a,b ; 1977a,b) et de Gaba (1989; 1994; Gaba *et al.*,1995), ont permis de détailler quelques caractéristiques de cette planification préalable. Elle repose sur des stratégies de gestion de prise d'informations de type opportunistes qui permettent que la construction de la représentation du cas s'élabore progressivement à partir des informations données par le patient, mais également à partir des connaissances que les anesthésistes possèdent sur les différents plans possibles. Elle apparaît schématique, n'intégrant pas la totalité des informations disponibles, mais se focalisant sur les plus pertinentes à un niveau d'abstraction relativement élevé, ce qui est cohérent dans la mesure où les anesthésistes sujets de ces expériences sont des praticiens expérimentés qui n'ont pas besoin de plans spécifiés dans les moindres détails. La sélection du plan est effectuée à partir d'un ensemble d'informations relativement restreint, sur lequel les sujets passent très peu de temps, ce qui semble vérifier le constat précédent.

Nous envisageons de poursuivre ces recherches dans deux directions. Il apparaît essentiel d'élargir ces résultats en nous intéressant d'une part aux ajustements de plans et aux éventuelles planifications et replanifications effectuées dans le suite de la prise en charge. Une analyse plus précise des éléments intégrés dans le plan est également nécessaire et, en particulier, une étude de la manière dont les protocoles d'anesthésie sont intégrés dans le plan.

Par ailleurs, dans la mesure où il s'agit d'une activité doublement collective (équipe de bloc opératoire, mais également équipe d'anesthésistes se relayant pour effectuer les différentes phases), il nous semble intéressant d'étudier cette composante. Cette situation peut en effet permettre d'étudier une activité de coopération asynchrone, celle qui est nécessaire entre les différents anesthésistes en charge du processus. Nous envisageons de commencer cette étude en affinant la question posée dans

la discussion, question relative au fait que les anesthésistes de consultation, sachant qu'ils ne seront probablement pas en charge de l'opération ne notent pas les informations de la même manière qu'ils le feraient pour eux-mêmes.

7 | BIBLIOGRAPHIE

- Amalberti, R., & Deblon, F. (1992). Cognitive modelling of fighter aircraft process control : a step towards an intelligent on-board assistance system. *The International Journal of Man-Machine Studies*, 36 , 639-671.
- Anceaux, F., & Beuscart-Zéphir, M. C. (sous presse). La consultation pré-opératoire en anesthésie: gestion de la prise d'information et rôle des données retenues dans la planification du processus d'anesthésie. *Le Travail Humain*.
- Anceaux, F., Beuscart-Zéphir, M. C., & Sockeel, P. (1999). Human-machine cooperation in the anesthetic consultation: importance of planning activities for information gathering. In J. M. Hoc, P. Millot, E. Hollnagel, & P. C. Cacciabue (Eds.), *Proceedings of CSAPC'99* (pp. 15-20). Valenciennes, F: Presses Universitaires de Valenciennes.
- de Keyser, V., & Nyssen, A. S. (1993). Les erreurs humaines en anesthésie. *Le Travail Humain*, 56, 243-266.
- de Keyser, V., & Woods, D. D. (1990). Fixation errors : Failures to revise situation assessment in dynamic and risky systems. In A.Colombo, & A. Saiz de Bustamante (Eds.), *Systems Reliability Assessment* (pp. 231-251). Dordrecht, The Netherlands : Kluwer Academic.
- Denecker, P. (1999). Les composantes symboliques et sub-symboliques de l'anticipation dans la gestion des situations dynamiques. *Le Travail Humain*, 62, 363-385.
- Gaba, D. M. (1989). Human error in anesthetic mishaps. *International Anesthesiology Clinics*, 27, 137-147.
- Gaba, D. M. (1994). Human error in dynamic medical domains. In M.S.Bogner (Ed.), *Human Error in Medicine* (pp. 197-224). Hillsdale, NJ : L.E.A.
- Gaba, D. M., Howard, S. K., & Small, S. D. (1995). Situation awareness in anesthesiology. *Human Factors*, 37, 20-31.
- Hayes-Roth, B., & Hayes-Roth, F. (1979). A cognitive model of planning. *Cognitive Science*, 3, 275-310.
- Hoc, J. M. (in press). Planning in dynamic situations: some findings in complex supervisory control. In R. Jorna (Ed.), *Planning and intelligence*. New York : Wiley.
- Hoc, J. M. (1987). *Psychologie cognitive de la planification*. Grenoble, France : Presses Universitaires de Grenoble.
- Newell, A., & Simon, H. A. (1972). *Human problem solving*. Englewoods-Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Nyssen, A. S., & Javaux, D. (1996). Analysis of synchronization constraints and associated errors in collective work environments. *Ergonomics*, 39, 1249-1264.
- Sacerdoti, E. D. (1977). *A structure for plans and behavior*. New York: Elsevier.
- Simon, H. A. (1969). *The science of artificial*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Valot, C., & Deblon, F. (1990). Mission preparation: how does the pilot manage his own competences? In B. Pavard (Ed.), *Human-machine interaction in aeronautics and space* (pp. 163-181). Toulouse, France: Octarès.
- Xiao, Y. (1994). *Interacting with complex work environments : a field study and a planning model*. Ph.D. dissertation, Toronto : University of Toronto.
- Xiao, Y., Mackenzie, C. F., & The Lotas Group (1995). Decision making in dynamic environments: fixation errors and their causes. In *Proceedings of Human Factors and Ergonomics Society 39th Annual Meeting* Santa Monica, CA: Human Factors and Ergonomics Society.
- Xiao, Y., Milgram, P., & Doyle, D. J. (1992b). Incident evolution and task demands: an analysis and a field study of 'going sour' incidents. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society, 36th Annual Meeting* (pp. 1279-1283). Santa Monica, CA: Human Factors and Ergonomics Society.
- Xiao, Y., Milgram, P., & Doyle, D. J. (1992a). Off-loading, prevention, and preparation : planning behaviours in complex systems management. In *Proceedings of the 25th Annual Conference of Human Factors Association of Canada* (pp. 193-200). Mississauga, Ontario: Human Factors Association of Canada.
- Xiao, Y., Milgram, P., & Doyle, D. J. (1997a). Capturing and modeling planning expertise in anaesthesiology : results of a field study. In C.E.Zsombok, & G. A. Klein (Eds.), *Naturalistic Decision Making* (pp. 197-205). Mahwah, NJ: L.E.A.
- Xiao, Y., Milgram, P., & Doyle, D. J. (1997b). Planning behavior and its functional role in interactions with complex systems. *IEEE transactions on systems, man and cybernetics - Part A : Systems and humans*, 27, 313-324.