



HAL
open science

Fiabilité et résilience des collectifs de travail dans l'usage d'un robot chirurgical : des pistes pour la formation des acteurs en chirurgie urologique robot-assistée

Julien Lefrançois

► To cite this version:

Julien Lefrançois. Fiabilité et résilience des collectifs de travail dans l'usage d'un robot chirurgical : des pistes pour la formation des acteurs en chirurgie urologique robot-assistée. Education. 2020. dumas-03264347

HAL Id: dumas-03264347

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03264347v1>

Submitted on 18 Jun 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

M2 sciences de l'éducation, didactique professionnelle

Fiabilité et résilience des collectifs de travail dans l'usage d'un robot chirurgical.

Des pistes pour la formation des acteurs en chirurgie urologique robot-assistée.

Sous la direction de Christine Vidal-Gomel, professeure en Sciences de l'Éducation, Université de Nantes

Julien Lefrancois, E18C435L
15/12/2020



UNIVERSITÉ DE NANTES

TABLE DES MATIERES

1	INTRODUCTION	1
1.1	LES EFFETS DE LA RESTRUCTURATION DES BLOCS OPERATOIRES AUTOUR DU ROBOT.....	1
1.2	GESTION DES CONTRAINTES ET RESILIENCE	2
1.3	COLLECTIF, COOPERATION ET REFERENTIEL COMMUN	3
1.4	LES ENJEUX FORMATIFS	3
2	CADRE D'ANALYSE.....	5
2.1	CULTURE DE LA SECURITE ET INGENIERIE DE LA RESILIENCE	5
2.1.1	<i>Culture de la sécurité</i>	<i>5</i>
2.1.2	<i>Sécurité réglée et sécurité gérée.....</i>	<i>6</i>
2.1.3	<i>Ingénierie de la résilience.....</i>	<i>7</i>
2.2	QU'EST-CE QUE L'ACTIVITE ?.....	8
2.3	COLLECTIFS DE TRAVAIL : DES COOPERATIONS ET DES INTERFERENCES	9
2.4	ERREURS ET ACTIVITES COLLECTIVES	11
2.4.1	<i>Erreurs et violations</i>	<i>11</i>
2.4.2	<i>Gestion collective de l'erreur.....</i>	<i>12</i>
2.5	LE REFERENTIEL OPERATIF COMMUN ET LA CONSCIENCE DE LA SITUATION	13
2.5.1	<i>Le référentiel opératif commun</i>	<i>13</i>
2.5.1.1	<i>Construction et processus d'externalisation</i>	<i>13</i>
2.5.1.2	<i>Processus d'ajustement des représentations individuelles</i>	<i>15</i>
2.5.2	<i>La conscience individuelle de la situation (situation awareness).....</i>	<i>16</i>
2.5.3	<i>La conscience collective de la situation.....</i>	<i>19</i>
2.6	SAVOIRS PROFESSIONNELS DE REFERENCE	21
3	TERRAIN D'ETUDE	22
3.1	L'APPEL A PROJET DU CHU	22
3.2	LE SERVICE HOSPITALIER	22
3.3	LE ROBOT D'ASSISTANCE CHIRURGICALE.....	23
3.4	SCHEMA D'ORGANISATION DU BLOC OPERATOIRE	23
3.5	ROLE DES PERSONNELS AU SEIN DU BLOC OPERATOIRE	25

4	METHODOLOGIE	25
4.1	PREMIERE PHASE : EXPLORATION	26
4.1.1	<i>Observations in vivo</i>	26
4.1.2	<i>Entretiens exploratoires</i>	27
4.2	SECONDE PHASE : OBSERVATIONS SYSTEMATIQUES	28
4.2.1	<i>Observations instrumentées</i>	28
4.2.2	<i>Entretiens d'auto-confrontation</i>	30
5	RESULTATS	32
5.1	TROIS NIVEAUX D'AJUSTEMENTS PERMANENTS PRODUISANT -FIABILITE VS FRAGILISATION- DANS LES COLLECTIFS DE TRAVAIL	32
5.2	QUE RECOUVRENT LES PROBLEMES DE COMMUNICATIONS ?	35
5.2.1	<i>Des déficits de méta-coopération ?</i>	35
5.2.2	<i>Des moments de surcharge cognitive ?</i>	37
5.3	UNE FORMATION QUI PEINE A TROUVER SA PLACE	39
5.4	QUAND LES OUTILS ENTRENT EN CONFLIT	41
5.4.1	<i>Définition du conflit entre outils</i>	41
5.4.2	<i>Les conflits relevés lors des interventions analysées</i>	43
5.4.3	<i>Les prises d'informations pour détecter les conflits</i>	46
5.4.4	<i>Hypothèses sur les raisons du manque de communication des internes débutants</i>	47
5.4.5	<i>Les stratégies de gestion des conflits des 2 chirurgiens</i>	48
5.5	UN EXEMPLE DE RESOLUTION DE PROBLEME : L'EPISODE DE L'AIGUILLE	55
5.5.1	<i>Description de l'évènement</i>	55
5.5.2	<i>La recherche de l'aiguille. Les évènements saillants de cet épisode</i>	57
5.5.3	<i>Les enseignements tirés de cet épisode de recherche d'aiguille</i>	59
5.5.3.1	<i>Une désynchronisation du référentiel opératif commun comme facteur concourant à l'apparition de l'erreur ?</i>	59
5.5.3.2	<i>Des facteurs de stress et de surcharge cognitive venant altérés la communication ?</i>	61
5.5.4	<i>La perte du pneumopéritoine : un exemple de méta-coopération</i>	62
5.5.5	<i>Une démarche hypothético-déductive qui s'appuie sur l'expérience</i>	64
5.5.6	<i>Une remarque visant la disposition du bloc opératoire</i>	66
6	DISCUSSION	67
7	CONCLUSION	71
7.1	LES COMPETENCES DES PERSONNELS EXPERIMENTES AU SERVICE DE LA FORMATION	72
7.2	L'INTERET DES RETOURS DIAGNOSTICS ET REFLEXIFS	74
7.3	LA PLACE DE LA FORMATION DANS L'ORGANISATION DU TRAVAIL	75
7.4	PERSPECTIVES	75
8	BIBLIOGRAPHIE	77

9	ANNEXES	81
9.1	ANNEXE 1 : LES FRS.....	81
9.2	ANNEXE 2 : FICHE TECHNIQUE D'INTERVENTION POUR UNE PROSTATECTOMIE RADICALE	82
9.3	ANNEXE 3 : DESCRIPTION SUCCINCTE D'UNE PROSTATECTOMIE RADICALE ROBOT-ASSISTEE.	86
9.4	ANNEXE 4 : ANALYSE CROISEE DE TROIS ENTRETIENS EXPLORATOIRES (IBODE A ET B , CA) : LA MISSION DES IBODE VUE PAR TROIS ACTEURS DU BLOC OPERATOIRE.....	88
9.5	ANNEXE 5 : CHRONOLOGIE DE L'EPISODE DE L'AIGUILLE PERDUE ET COMMENTAIRES APRES-COUP DES OPERATEURS	89
9.6	ANNEXE 6 : RETRANSCRIPTION DES ECHANGES VERBAUX AU BLOC OPERATOIRE LORS DE L'EPISODE DE PERTE D'AIGUILLE.....	96
9.7	ANNEXE 7 : FICHE D'INTERPRETATION DE DONNEES PHYSIOLOGIQUES FOURNIE PAR L'UBO POUR L'EPISODE DE L'AIGUILLE	100

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1: La culture de la sécurité (Daniellou et al., 2010, p. 99).....	5
Figure 2 : Niveaux de contexte pouvant être employés pour interpréter l'activité dans les situations de travail. (Cahour & Karsenty, 1996, in Pavard & Karsenty, 1997, p. 79).....	15
Figure 3 : Conscience de la situation en situation dynamique (d'après Endsley, 1995)	17
Figure 4 : Modèle de la CS en situation dynamique de prise de décision (d'après Endsley, 1995)	18
Figure 5 : Conceptualisation de la conscience collective de la situation (d'après Salas, 1995)	20
Figure 6 : Le robot Da Vinci® Xi	23
Figure 7 : Schéma des dispositions matérielles et humaines du bloc opératoire observé	24
Figure 8 : Image illustrant les films réalisés lors des interventions chirurgicales	29
Figure 9 : 3 niveaux d'ajustements permanents qui produisent -fiabilité vs fragilité-.....	34
Figure 10 : Un chirurgien posté à la console de contrôle.....	37
Figure 11 : Exemple du bras 1 du robot venant heurter le bras de l'aide-opérateur travaillant sur le trocart de 5/12	41
Figure 12 : Exemple d'un contact entre l'instrument de l'aide-opérateur et l'instrument du bras 3 lors d'une tentative de pose de clip.	41
Figure 13 : Temps de présence des instruments de l'interne dans le ventre du patient au cours de la prostatectomie radicale 2	44
Figure 14 : Part temporelle de présence des instruments de l'interne dans le ventre du patient lors de la prostatectomie radicale 2	45
Figure 15 : Stratégies mises en œuvre par les chirurgiens face aux problèmes de conflits.....	48
Figure 16 : Schéma de dispositions des trocarts.....	86
Tableau I : Description des séquences chirurgicales qui ont fait l'objet d'entretiens d'auto-confrontation.....	31
Tableau II : FRS, Critères mesurables	81
Tableau III : FRS, Compétences à acquérir pendant la formation.....	81

LISTE DES ABREVIATIONS

ANSM :	Agence Nationale de Sécurité du Médicament et des produits de santé
AO :	Aide-Opérateur
BO :	Bloc Opérateur
CHU :	Centre Hospitalier Universitaire
CCS :	Conscience collective de la situation
CS :	Conscience de la situation
DIU :	Diplôme Inter Universitaire
EAU :	European Association of Urology
ERUS :	EAU Robotic Urology Section
FHOS :	Facteurs Humains et Organisationnels de la Sécurité
FRS :	Fundamentals in Robotic Surgery
IBODE :	Infirmière de Bloc Opérateur Diplômée d'Etat
IRCAD :	Institut de Recherche contre les Cancers de l'Appareil Digestif
ROC :	Référentiel Opératif Commun
ZPD :	Zone Proximale de Développement

1 Introduction

L'usage de la robotique dans les blocs opératoires connaît un développement exponentiel depuis les années 2000, cet outil apportant de nouvelles possibilités aux méthodes de laparoscopie¹. Lesquelles ont connu leur essor dans les années 1980. Le développement de la chirurgie robotiquement assistée vise à faire bénéficier au patient des avantages de la laparoscopie (méthode peu invasive grâce aux micro-incisions, récupération du malade plus rapide), tout en surmontant certaines limites intrinsèques à cette technique. Ces systèmes robotiques permettent de combler certaines lacunes de la coelioscopie. D'abord par l'apport de la vision en trois dimensions pour un meilleur repérage anatomique, ensuite par une augmentation de la dextérité grâce à la mobilité des instruments ainsi qu'une précision accrue par diminution des tremblements physiologiques et enfin par un confort nettement supérieur à celui de la laparoscopie (Hagen et *al.*, 2007). Dès lors, la chirurgie avec assistance robotique s'impose rapidement comme une des techniques de référence en France, majoritairement pour les interventions en urologie mais aussi dans une moindre mesure en gynécologie, en chirurgie digestive et en pédiatrie (ANSM, 2014). Entre 2000 et 2017, l'Europe est passée de 15 à plus de 700 systèmes robotiques (Hubert, 2017) répartis dans les établissements de santé dont 80 systèmes en France en 2013 (ANSM, 2014). Ainsi, l'introduction rapide de ces robots appelle de nouveaux besoins de formation pour les équipes amenées à travailler avec ces machines.

1.1 Les effets de la restructuration des blocs opératoires autour du robot

Le taux d'équipement ne cessant d'augmenter, de nouveaux défis se présentent aux équipes des blocs opératoires (BO) face à l'arrivée de ces machines. Les inconvénients liés aux dispositions matérielles du robot, comme son encombrement qui limite les possibilités de son installation sur le patient, l'impossibilité de modifier le positionnement de celui-ci sans avoir à réinstaller l'ensemble du système ou encore les difficultés dues à la limitation du champ opératoire (Hubert, 2007) sont autant de problèmes à résoudre pour les équipes chirurgicales. De ce fait, l'installation (nommée phase de docking) et les manipulations nécessaires au fonctionnement du robot sont essentielles au bon déroulé de la suite des opérations. Au-delà des aspects inhérents à la connaissance et aux limitations techniques du matériel, il existe de nouveaux obstacles auxquels doivent faire face les équipes. En effet, l'introduction d'une

¹ Une laparoscopie, également appelée coelioscopie, permet de réaliser certaines interventions chirurgicales par le biais d'incisions de petites tailles grâce auxquelles l'opérateur peut pénétrer la cavité abdominale.

console de contrôle déportée, par l'intermédiaire de laquelle le chirurgien fait « opérer » le robot, a rompu le contact visuel direct qui auparavant se faisait à la fois entre le chirurgien et le patient mais aussi entre le chirurgien et son équipe lors des phases opératoires. À cela s'ajoute une augmentation de la complexité des changements d'instruments sur le robot que doivent réaliser les assistants, le tout entraînant une augmentation des échanges verbaux au sein du BO comme suggéré par Cunningham et al, (2013, p. 76). Or cette augmentation des interactions verbales entre les membres de l'équipe peut conduire à de possibles malentendus et donc à des erreurs (*Op. cit.*, p. 77).

1.2 Gestion des contraintes et résilience

La gestion de ces nouvelles contraintes opératoires et organisationnelles introduites par le robot doit donc se faire par les collectifs. C'est-à-dire dans le BO en situation de travail lorsque les risques liés à d'éventuelles erreurs sont maximaux pour le patient. La sécurité de ce dernier est une priorité des politiques de santé publique. Mais il apparaît que les outils de gestion des risques du monde industriel qu'elles se sont appropriées au cours des 30 dernières années (Cuvelier, 2019), viennent se superposer aux contraintes liées à l'utilisation du robot et à celles indissociables des pratiques de soin.

Cette démarche classique de prévention des risques adaptée au monde médical, basée sur un formalisme réglé, nommée « sécurité réglée », montre ses limites lorsqu'il s'agit de traiter de situations complexes et variables notamment en chirurgie. En effet, le corps humain, l'objet du travail du chirurgien et de son équipe, est un système complexe, dynamique, vivant, présentant de forte variabilité d'un individu à l'autre. S'ajoute à cela la variabilité intra-individuelle, le même individu pouvant au cours d'une intervention, présenter des états cliniques sensiblement modifiés. D'après Cuvelier (2019), ceci engendre une part incompressible d'incertitude dans les diagnostics et les traitements proposés. De ce fait, la sécurité « gérée » devient essentielle pour la gestion des risques. Au-delà du respect de règles, de normes et de procédures, l'expertise des acteurs et le déploiement en temps réel et en situation de travail de compétences adaptatives des opérateurs face aux situations potentiellement risquées permet d'anticiper et de choisir une réponse face aux défaillances imprévues du système. C'est dans ces stratégies, initiatives, bricolages et autres improvisations mis en œuvre dans l'activité des acteurs du BO que nous chercherons à définir les aptitudes de résilience (Daniellou et al., 2010, Cuvelier, 2019) de ces systèmes. En d'autres termes, nous chercherons à analyser comment un système s'adapte aux changements, aux perturbations, attendus ou non, afin de poursuivre le travail dans des conditions de sécurité acceptables ? Quels

sont les éléments de l'activité des opérateurs qui permettent de maintenir la fiabilité de ce système ?

1.3 Collectif, coopération et référentiel commun

Afin de caractériser les conditions de fiabilité et de résilience du système opérateurs-robot, il est nécessaire de comprendre et de définir de manière précise ce qu'est un collectif (Barthe & Queinnec, 1999), comment les activités individuelles s'y articulent (Rogalski, 1998). De quelle manière elles entrent ou non en interférences (Loiselet & Hoc, 2001). Ainsi, l'étude de l'activité des opérateurs du BO devra prendre en compte les dimensions du travail collectif et ses modalités coopératives pour mettre en lumière les savoirs professionnels de référence qui garantissent l'élaboration et le maintien d'un référentiel commun. Ces savoirs professionnels de référence sont des invariants de l'activité professionnelle efficaces au cours de la réalisation de l'action pour une catégorie de situations (Rogalski, 1998, p. 31). Le référentiel commun est quant à lui une « représentation fonctionnelle commune aux opérateurs, qui oriente et contrôle l'activité que ceux-ci exécutent collectivement » (Leplat, 1991, p. 335-356). Il intègre cet ensemble plus large des savoirs professionnels de référence et est centré sur les connaissances requises pour les activités collectives des opérateurs. Ce référentiel opératif commun est une des garanties des capacités de résilience face aux enjeux de fiabilité de ce système socio-technique.

1.4 Les enjeux formatifs

Au-delà de la compréhension des phénomènes relatifs à l'activité des acteurs du BO, il existe une relation particulière qui se joue en toile de fond entre le chirurgien et son interne. Le modèle de compagnonnage jusqu'alors prédominant dans la formation des futurs chirurgiens (Vadcard, 2013, p. 121) et particulièrement la transmission du geste sont fortement remis en cause par la rupture du contact visuel s'opérant entre le tuteur et l'apprenti, chacun étant posté sur une console de contrôle du robot différente.

L'Académie Nationale de Chirurgie dans son rapport publié en 2014 sur « les évolutions de la discipline chirurgicale, de sa formation et des conditions d'exercice dans les 10 ans à venir », rappelle l'importance du compagnonnage au bloc opératoire qui devrait être précédé d'un programme de formation aux pratiques chirurgicales au sein d'une École de chirurgie. Cependant, la Haute Autorité de santé, reconnaît dans son rapport de 2016 sur l'« Évaluation des dimensions clinique et organisationnelle de la chirurgie robot-assistée dans le cadre d'une

prostatectomie totale » qu'aucun critère standard de performance n'existe actuellement pour la réalisation d'une intervention robot-assistée, aussi bien pour les chirurgiens que pour les personnels du bloc opératoire, ceci conduisant à des difficultés pour l'élaboration de formation. Il existe pourtant à l'heure actuelle aux États-Unis le programme « Fundamentals in Robotic Surgery » (FRS) qui permet de valider des compétences techniques (savoirs scientifiques et techniques, compétences psychomotrices et compétences de communication en équipe) dans plusieurs spécialités chirurgicales au travers de 25 critères de mesure. Ces FRS (Annexe 1) pourraient servir de base pour l'élaboration de nouvelles formations en France (Hubert et *al.*, 2012). Cette offre française de formation reste toutefois parcellaire : DIU de chirurgie robotique à l'école de chirurgie de Nancy, formation de l'IRCAD de Strasbourg, formation de l'École Européenne de Chirurgie de Paris, le programme européen ERUS sous forme de session annuelle de réunion de scientifique. Le fabricant du robot dispense également des formations à toute l'équipe chirurgicale sans toutefois délivrer une attestation au personnel paramédical.

Dans le contexte évoqué précédemment de fiabilité et de résilience des collectifs, nous nous interrogeons sur les modalités des formations existantes. Comment y sont intégrées les dimensions du travail d'équipe comme l'évaluation des situations, la gestion de la communication, les éléments cognitifs constitutifs d'un référentiel opératif commun ? La prise en compte du déploiement des compétences individuelles et collectives des acteurs en situation réelle de travail, nécessaire pour garantir la fiabilité du système face aux risques, pourraient être essentielles pour déterminer les éléments indispensables à la création de modules de formation incluant la résilience.

2 Cadre d'analyse

Les éléments abordés dans cette partie constituent un approfondissement théorique des enjeux sociaux, techniques et organisationnels posés dans l'introduction. Revenons point par point sur les questions qu'ils soulèvent.

2.1 Culture de la sécurité et ingénierie de la résilience

2.1.1 Culture de la sécurité

Pour étudier l'activité des collectifs et des individus au bloc opératoire *in vivo*, il est nécessaire de prendre en compte l'ensemble des manières de faire et des manières de penser partagées par les acteurs de l'organisation à propos de la maîtrise des risques liés à ses activités : la culture de sécurité. Comment cette nécessité de garantir la fiabilité du système, influe-t-elle ce que font ou ne font pas les acteurs allant parfois à l'encontre des injonctions organisationnelles, managériales ou matérielles (les systèmes du robot pouvant refuser l'exécution de certaines opérations)? Reprenons le schéma des facteurs humains et organisationnels de la sécurité (FHOS, Daniellou et al., 2010) pour illustrer notre propos.

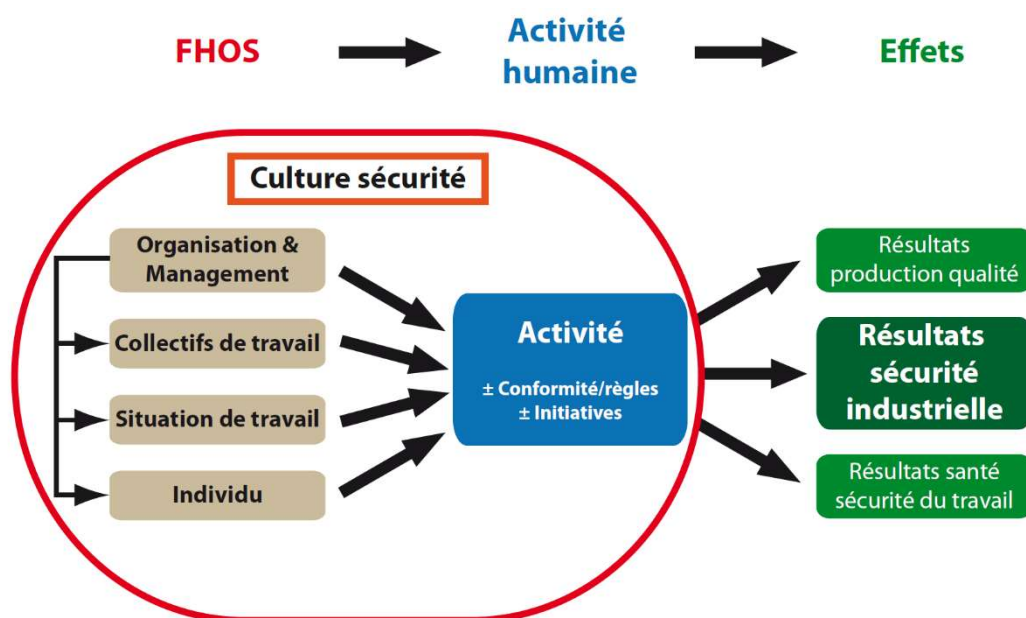


Figure 1: La culture de la sécurité (Daniellou et al., 2010, p. 99)

L'apport de connaissances proposé par cette approche FHOS permet d'agir sur la conception des situations de travail et d'organisation afin de produire des résultats de sécurité et conjointement une amélioration de la qualité de la production et de la santé des opérateurs.

Cependant, le renforcement des formalismes (règles, normes, etc...) pour contrôler l'activité des opérateurs montre ses limites et ne permet plus la régulation des défaillances du système à partir d'un certain point. Ceci s'explique par un déséquilibre entre d'une part des prescriptions descendantes dont l'application stricte est contrôlée par le management, d'autre part, une recherche des responsabilités des défaillances reportée majoritairement sur le comportement des opérateurs et enfin une piètre prise en compte de la réalité des situations de travail réellement rencontrées (difficultés pour respecter les règles, contradiction entre règles, situations où les règles ne sont pas applicables, etc...).

Explorons les raisons essentielles qui limitent l'efficacité des systèmes classiques de sécurité, en particulier en milieu médical, à partir de la littérature du domaine.

2.1.2 Sécurité réglée et sécurité gérée

La sécurité dite réglée « repose sur la formulation de règles (procédures, référentiels, prescriptions, etc.), leur diffusion auprès des acteurs et la volonté de s'assurer de leur application » (Nascimento et *al.*, 2013, p. 104). Elle vise à identifier les risques puis à les maîtriser par la standardisation des pratiques. L'identification est une étape importante afin de comprendre les mécanismes de la production de ces risques. Elle s'inscrit dans deux temporalités, l'une *a priori* en construisant des scénarios d'incidents possibles, l'autre *a posteriori* par le signalement et par les retours d'expérience à partir d'événements incidentels ayant déjà eu lieu. Une fois les risques identifiés, des systèmes d'analyses majoritairement probabilistes permettent de déterminer les mécanismes à l'origine de leur occurrence (comme la méthode ALARM², très répandue dans le monde médical). La maîtrise du risque repose sur deux stratégies : supprimer les sources du risque et mettre en place des barrières de défense. Il existe quatre types de barrières décrites par Hollnagel (2008). Les barrières matérielles qui sont des dispositifs physiques empêchant la réalisation d'action dangereuse. Les barrières fonctionnelles qui induisent des dépendances logiques ou temporelles entre différentes actions empêchant leur exécution en l'absence de prérequis. Les barrières symboliques sont des messages marquant une limite à respecter et nécessitant une interprétation de l'opérateur. Enfin les barrières immatérielles regroupent les règles au sens large (réglementation générale, procédures spécifiques, normes, protocoles, consignes), elles sont au cœur des démarches de sécurité.

² "Association of litigation and risk management" (Association de gestion des risques et des litiges) est une méthode d'analyse systématisée des événements indésirables.

La sécurité « gérée », quant à elle, tient compte de la variabilité et de la diversité des situations de travail et des individus. Ces variabilités, comme décrit précédemment dans le cas du bloc opératoire, sont à la fois inhérentes et nécessaires au fonctionnement d'un système complexe. Admettre que tout n'est pas prévisible c'est reconnaître que les normes sont toujours incomplètes. C'est alors comprendre l'intérêt des compétences adaptatives des personnels. La sélection et le développement de ses compétences adaptatives nécessitent de comprendre les succès et les échecs des tentatives des équipes pour trouver les moyens de renforcer ressources et stratégies qui mènent aux issues attendues, tout en inhibant celles qui conduisent aux événements indésirables (Cuvelier, 2019). Cette sécurité gérée est donc portée par l'expertise et le déploiement en temps réel et en situation de travail des compétences individuelles et collectives des opérateurs. Elle ne s'oppose pas à la sécurité réglée, elle l'intègre. Dans la mesure où les règles, procédures et normes sont connues et comprises des acteurs.

Pour résumer, les règles de sécurité préparent le système à faire face à un ensemble de risques mais il adviendra toujours en situation réelle des événements non-anticipés et non-anticipables. La réponse du système dépendra alors des capacités de déploiement de l'expertise humaine notamment influencées par le fonctionnement des collectifs, l'organisation du travail ou la formation. Il ne faut pas forcer la distinction entre sécurité réglée et sécurité gérée, les deux forment un tout indissociable qui doit trouver son équilibre entre les attentes de fiabilité des systèmes, les possibilités de mise en action des compétences humaines offertes par ces systèmes et les capacités de résilience des équipes.

2.1.3 Ingénierie de la résilience.

Dans le domaine de la prévention des risques, la résilience est la « capacité à anticiper, détecter précocement, et répondre adéquatement à des variations du fonctionnement du système par rapport aux conditions de référence, en vue de minimiser leurs effets sur sa stabilité dynamique » (Daniellou, Boissières & Simard, 2010, p. 21). La mise en œuvre des capacités de résilience des opérateurs est susceptible d'entrer en conflit avec les procédures, les normes. En effet, il peut arriver que l'activité de travail elle-même soit à l'origine de l'émergence de risque, les stratégies de sécurité en découlant sont alors gérées par les opérateurs eux-mêmes (par exemple un médecin prescrivant un médicament avec des effets secondaires). La prise de risque et la sécurité résultent donc de multiples arbitrages à tous les niveaux du système, de sa conception à son fonctionnement et deviennent des propriétés du travail « normal » (Cuvelier, 2019). Malheureusement, les capacités de résilience des personnels face au risque sont souvent mal interprétées par les analyses de sécurité classiques des événements indésirables et peuvent

être considérées comme des décisions erronées. Pourtant elles sont le reflet de savoir-faire qui visent à assurer la sécurité en évitant les accidents dans les conditions du travail réel quand le risque ne fait pas l'objet d'une procédure standardisée (*Op. cit.*).

Afin de dépasser les limites des analyses probabilistes *a posteriori* des événements négatifs, il est possible d'envisager les échecs (accidents, incidents, défaillances) et les succès comme des propriétés du « travail normal » plutôt que comme le résultat d'éléments de cause à effet. Cette « sécurité émergente » désigne la « capacité à reconnaître et à tenir compte des conflits et arbitrages faits par les soignants au quotidien. » (*Op. cit.*). Au-delà des aspects opératifs qui viennent d'être évoqués, il y a également la question de la remise en cause des modes d'acquisition et de transmission des règles en médecine, qui devraient être des ressources développementales communiquées avec leurs procédures d'usage : la « sécurité construite » au travers par exemple de la formation.

Les notions développées (sécurité gérée, émergente, construite) proposent donc un déplacement de la notion de sécurité à travers le concept de « résilience ». L'enjeu n'étant plus seulement d'augmenter la sécurité des systèmes mais également leur capacité de résilience. C'est cette approche de la sécurité qui se nomme « ingénierie de la résilience » (*Op. cit.*). Dans cette perspective, la sécurité n'est plus un état à atteindre par le système mais bien une propriété de son fonctionnement. Cette approche stipule que la variabilité des systèmes est normale et nécessaire à leur fonctionnement. Ainsi, les événements négatifs, comme les succès, sont des sujets d'investigation. L'analyse de l'accident devient aussi importante que la compréhension de la réussite des systèmes pour encourager la variabilité positive.

2.2 Qu'est-ce que l'activité ?

Notre objectif d'étude requiert l'analyse de l'activité des opérateurs du BO en situation de travail. L'activité d'un opérateur peut être définie comme « la mobilisation de son corps et de son intelligence pour atteindre des buts successifs dans des conditions déterminées » (Daniellou et al., 2010, p. 26). Une part est visible, le comportement, l'autre n'est pas accessible par l'observation directe, comme les perceptions, les émotions, la mémoire, les connaissances, le raisonnement, les prises de décision, les processus cérébraux contrôlant la motricité etc.

Elle est la réponse de l'opérateur aux exigences des situations de travail, dont la tâche qui est un but donné dans des conditions déterminées (Leplat, 2000). Les déterminants de ces conditions sont de natures hétérogènes. Daniellou (2010) en liste certains :

- les objectifs de production, les tâches à réaliser, les règles qui les définissent, l'interprétation que la personne en fait ;
- les moyens disponibles, les conditions de réalisation, les propriétés de la matière et des matériels, l'environnement, les contraintes de temps ;
- les caractéristiques et l'état physique et psychologique de la personne ;
- ses compétences, les connaissances qu'elle a acquises en formation ou par l'expérience de diverses situations ;
- ses motivations, ses valeurs, les autres buts qu'elle poursuit ;
- les ressources collectives disponibles ; nous y ajoutons la gestion des interférences (*cf.* 2.3)
- les formes de présence de l'encadrement ;
- les valeurs et cultures des groupes auxquelles la personne appartient (parmi lesquelles la culture de sécurité de l'unité).

Ces conditions ne sont pas figées et peuvent varier au cours du temps, l'opérateur devant en tenir compte (ou les intégrer plus ou moins implicitement) pour atteindre les buts fixés (fatigue, problème matériel, moyens humains etc...)

2.3 Collectifs de travail : des coopérations et des interférences

Le collectif de travail peut être d'abord défini comme un groupe d'opérateurs partageant un objectif commun. Le fonctionnement collectif efficace repose sur un langage commun et des connaissances communes sur son propre fonctionnement (d'après Barthe & Queinnec, 1999, p. 665). Ce collectif est constitué de plusieurs membres partageant le même lieu de travail dans les classes de situation visées par cette étude. Cependant, tous ses membres peuvent ne pas y exercer la même fonction, ainsi leurs tâches immédiates peuvent être de nature différente, bien que partageant des buts communs à moyen ou long terme.

L'articulation des activités individuelles se joue dans une « coopération distribuée » au sens où les tâches qui concourent à un but commun sont distribuées entre différents acteurs avec l'existence de relation de dépendance pour l'exécution des tâches et la distribution de celles-ci dans l'action collective (Rogalski, 1998, p. 29 & 35).

Une seconde orientation de l'analyse de la coopération s'attache aux différents effets de la coopération en fonction des buts que s'attribuent les opérateurs. Selon Schmitt dans Rasmussen, Brehmer, & Leplat (1991, p. 80-94), on peut différencier la *coopération augmentative*, qui permet d'accroître les capacités en mettant par exemple des capacités individuelles équivalentes en commun, de la *coopération confrontative*, qui augmente la fiabilité en permettant le rapprochement puis la sélection de différents points de vue entre opérateurs en situation de résolution de problème afin d'aboutir à une prise de décision relativement équilibrée et objectivée dans un environnement complexe. Ici, l'organisation sociale du collectif peut jouer un rôle majeur puisqu'existent des relations hiérarchiques entre les acteurs. Enfin, la *coopération intégrative*, améliore le pouvoir adaptatif du collectif en permettant la combinaison de compétences différentes entre les acteurs.

Il n'est possible de parler d'activités coopératives que si deux conditions sont remplies. D'une part l'activité des acteurs peut entrer en interférence positive ou négative, au niveau des buts, des ressources et des procédures, partagés ou non. D'autre part chaque opérateur tente de « détecter ces interférences pour faciliter ses activités, celle de ses partenaires ou la réalisation d'une tâche commune » (Loiselet & Hoc, 2001, p. 168).

Le concept d'interférence est central dans la notion de coopération. Comme nous l'avons vu, il y a interférence lorsque les effets des actions d'un opérateur entrent en relation avec les buts d'un autre opérateur³. Ces interférences peuvent prendre un aspect positif en favorisant ou en maintenant certains des buts des autres opérateurs, ou bien un aspect négatif si elles les menacent. La gestion de celles-ci est considérée comme venant s'ajouter à l'activité individuelle de chaque opérateur.

Cette gestion est située dans le temps, elle peut se faire à court terme, localement, dans le cours de l'action, en ayant des effets quasi-immédiats dont la validité est limitée temporellement. Cette « coopération dans l'action » est caractérisée par la création, la détection et la résolution des interférences de manière réactive ou modérément anticipative en identifiant par exemple les buts du ou des partenaires (*Op. cit.*). Les modalités de cette identification seront à rechercher dans notre étude.

Cette gestion locale des interférences n'est cependant plus suffisante ou efficace dans certains cas. Il devient alors nécessaire pour les opérateurs, s'ils en sont capables, de changer de niveau d'abstraction, de passer à une « collaboration dans la planification ». Ce changement de niveau n'est a priori pas sous contrôle conscient. Les activités du collectif sont alors dirigées

³ Dans ce cadre le robot peut être considéré comme un agent à part entière du système hommes – machine.

vers la gestion du degré de représentations opératives communes de la situation (le processus et son environnement, les buts poursuivis, les plans et actions disponibles) au sein du groupe. L'élaboration de ce contexte partagé ou « référentiel commun » va faciliter la gestion anticipative des interférences en limitant leur apparition ou en facilitant leur résolution (*Op. cit.*). C'est dans ces anticipations, que nous chercherons les capacités de résilience du système sociotechnique du BO.

Enfin, dans les équipes très expérimentées, les activités coopératives se situent à un plan supérieur et concernent des plans communs de coopération, des représentations compatibles, des modèles de soi ou de ses partenaires, des codes de communication communs qui résultent d'une longue expérience de la coopération. Ce niveau est qualifié de « méta-coopération », il contient des informations qui sont éloignées de l'action sur le processus en cours. Elles sont difficilement identifiables en dehors d'études longitudinales. Cependant, elles sont mises en jeu lors des phases de développement de l'activité coopérative tel l'accueil d'un nouveau membre dans l'équipe par exemple (cas très fréquent dans un CHU qui accueille de nouveaux internes tous les 6 mois).

2.4 Erreurs et activités collectives

2.4.1 Erreurs et violations

On considère en général que contrairement aux violations, les erreurs sont involontaires (Marc & Amalberti, 2002). Il existe deux grands types d'erreurs involontaires : celles résultant d'une mauvaise activation de connaissance en mémoire (dites erreur de routine) et celles liées à l'absence de connaissance. À cela s'ajoute les violations (auquel nous préférons le terme « écart au prescrit ») qui sont des actes volontaires, parfois précurseurs d'erreur. Individuellement, les erreurs sont fréquentes mais souvent détectées par leur auteur (la littérature indique qu'environ 60% des erreurs sont détectées) grâce à trois mécanismes : de détection à partir de résultats non-conforme, de traces de l'action en mémoire ou de contrôles systématiques (Marc & Amalberti, 2002). La gestion individuelle de l'apparition des erreurs repose sur des compromis entre performance d'objectifs productifs et diminution de la fréquence des erreurs. En effet un contrôle accru sur soi-même pour éviter les erreurs dégrade la performance productive (*Op. cit.*).

2.4.2 Gestion collective de l'erreur

Marc et Amalberti (2002) mettent en évidence des récupérations collectives de l'erreur, qui semblent faire intervenir trois mécanismes.

Le premier d'entre eux est passif et efficace pour les erreurs de routine. Comme les opérateurs utilisent des ressources communes dans leur activité celles-ci deviennent le lieu d'interférences avec les possibles erreurs laissées par les collègues. Elles sont alors corrigées dans le cours de l'action, sans forcément l'être de façon consciente. Les occasions d'interférences permettent donc l'augmentation de la fiabilité d'un système.

Le deuxième mécanisme est lui actif et efficace pour les erreurs de connaissance. Ces erreurs sont en effets facilement détectées par les collègues.

Troisièmement, les erreurs engendrées par les écarts au prescrit ne sont que très rarement récupérées par le collectif. On assiste ici plutôt à une régulation par un consensus social, il peut être efficace et pertinent, mais il peut aussi faire basculer le groupe vers une plus grande infiaibilité que l'individu seul. Ce consensus social peut être décrit comme une régulation basée sur la mise en place d'un environnement cognitif commun que les auteurs rapprochent des concepts de Common Frame of Reference (référentiel opératif commun) de Hoc ou de Distributed Situation Awareness de Endsley (à rapprocher de celui développé en 2.5.3 à partir des travaux de Salas). Ces écarts au prescrit peuvent mettre en péril la fiabilité d'un système. Cependant ils permettent au système socio-technique d'évoluer dans des environnements complexes et dynamiques où le seul respect du prescrit est insuffisant pour faire face aux situations (voir la sécurité gérée, 2.1.2, 2.1.3).

Ces écarts au prescrit, ces laisser-faire, sont un consensus social entre travailleurs. Caroly et Clot (2004) rappellent qu'il existe deux formes de rapport à la règle susceptibles de mener à des écarts. D'un côté la réélaboration qui est un réajustement de la prescription au travail réel et qui est partagée par le collectif. Elle permet une gestion des conflits à bas coût cognitif et psychologique. Marc et Amalberti (2002) nous mettent cependant en garde sur le fait qu'une règle tacite, non réglementaire, pourrait induire une pression sociale sur les membres d'un groupe qui ne respecteraient pas ces injonctions non-conformes au prescrit et pourrait mener à une diminution de la fiabilité des collectifs. À l'inverse, s'il n'existait pas un ensemble de règles informelles partagées dans le collectif alors la transgression pourrait éventuellement devenir un moyen pour les individus de se mesurer au réel de l'activité avec comme risque associé, la possibilité d'agir seul, sans support collectif pouvant augmenter le risque de créer

des erreurs non récupérables par le collectif. Cette situation pourrait alors diminuer la performance, la sécurité mais aussi menacer la santé de l'individu.

Cette distinction réélaboration / transgression semble importante pour étudier le rapport aux règles et la gestion des erreurs dans un collectif. La réélaboration des règles pourrait être mise en rapport avec les concepts de référentiel opératif commun et de résilience des collectifs, en enrichissant l'approche cognitive par la lecture de rapports psychosociaux. La nature de ces rapports faciliterait ou non la construction de ce cadre opératif commun.

2.5 Le référentiel opératif commun et la conscience de la situation

2.5.1 Le référentiel opératif commun⁴

Cette partie est consacrée à la définition du référentiel commun et de ses caractéristiques. Comment se construit-il et s'entretient-il au cours de la situation et au-delà au cours de l'expérience du collectif ? Comment les incompréhensions se jouent-elles, se traduisent-elles dans le collectif ?

2.5.1.1 *Construction et processus d'externalisation*

Le référentiel commun s'établit en rapport à une activité réalisée par un groupe d'opérateurs dans une situation donnée. Il sert à préparer, réaliser, orienter et contrôler l'activité d'où son caractère opératif. Il est commun dans le sens où les représentations individuelles construites et utilisées par les opérateurs présentent un degré plus ou moins fort de propriétés communes (Leplat, 2001, p. 10). Ce référentiel a un caractère dynamique car il est mis à jour en permanence. Il est interne au sujet, individuellement, mais s'externalise vers le collectif à travers un langage commun (messages pluri-adressés où destinataires et émetteurs sont clairement identifiés, messages diffusés où l'émetteur ne connaît pas l'identité des destinataires, gestes, postures, regards), des règles explicites communes, des objets matériels jouant le rôle de représentation publique de la cognition, des processus de surveillance inconscients et non intrusifs des autres membres du collectif, etc. Il s'élabore durant la « coopération dans la planification ».

⁴ Cette partie s'appuie sur la synthèse de Giboin (2004)

Ainsi il est une représentation commune de la situation, constituée des éléments de cette situation qui sont portés à la conscience des opérateurs. Ce contexte cognitif peut être catégorisé de la manière suivante (Pavard & Karsenty, 1997, in Giboin, 2004, p. 127) :

- Le *contexte du dialogue* : communications formelles ou informelles, mémoires des échanges passés.
- Le *contexte de la tâche* : les buts poursuivis, les étapes de la tâche réalisées, les contraintes.
- Le *contexte de l'environnement externe* : dimensions spatiales et temporelles.
- Les *représentations psychosociales* associées aux interlocuteurs : statut, compétences, préférences.
- Le *contexte supposé partagé* entre les interlocuteurs : il regroupe les éléments individuels présents dans les autres contextes évoqués ci-dessus.
- S'y ajoute des *éléments conatifs, affectifs et sensori-moteur* : au-delà des aspects opératifs et cognitifs du référentiel, dans l'élaboration du sens en partie partagé pour la réalisation d'une tâche, se joue la construction de relations sociales et d'images identitaires pour l'individu (Cahour, 2003, in Giboin, 2004, p.127-128).

Il est intéressant de rappeler ici que les unités médicales ont tendance à fonctionner « comme une collection de professionnels » et que ces acteurs ne sont que très rarement réunis lors des formations continues (Nascimento, 2019). Ajoutons que les lieux mêmes de la formation initiale sont également séparés (IFSI, école de chirurgie). Ainsi, chacun des membres du groupe peut être porteur d'un patrimoine collectif issu des groupes sociaux auxquels il appartient. Ceci peut influencer sa perception de certaines informations et renforcer des classes d'interprétations préconçues (Daniellou et al., 2010, p. 53).

Le schéma ci-dessous reprends les éléments des contextes cognitifs individuels des situations permettant la création d'un contexte cognitif partagés entre plusieurs opérateurs (agents dans la figure 2). Chaque opérateur est individuellement porteur d'éléments de la situation. Les besoins de coopération nécessitent d'ajuster collectivement ces éléments portés aux consciences individuelles afin de partager le même contexte.

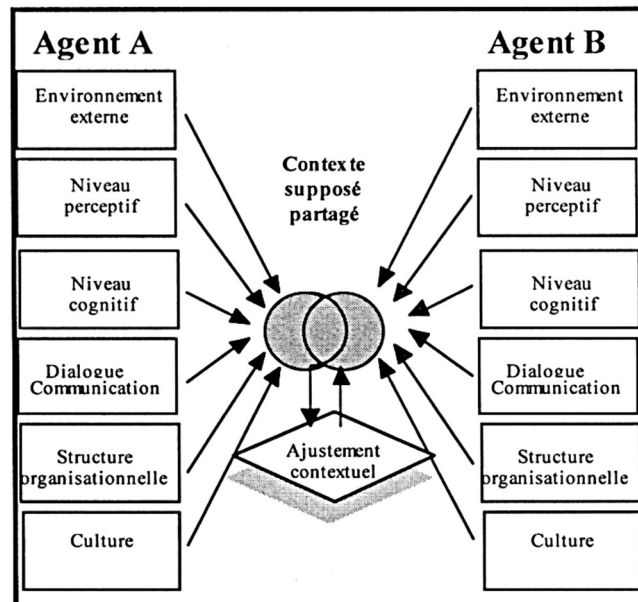


Figure 2 : Niveaux de contexte pouvant être employés pour interpréter l'activité dans les situations de travail. (Cahour & Karsenty, 1996, in Pavard & Karsenty, 1997, p. 79)

Pour établir le référentiel opératif commun qui permet aux opérateurs de « lire » les situations de manière facilitée grâce à la régularité du déroulé de l'action et à l'usage d'une catégorisation commune des situations, il est donc nécessaire que les opérateurs ajustent leurs contextes cognitifs individuels à celui des autres membres du collectif.

2.5.1.2 Processus d'ajustement des représentations individuelles

La construction du référentiel opératif commun dépend donc d'un ajustement des représentations individuelles pour aboutir à une représentation commune partagée entre les opérateurs. Ainsi, la diminution des divergences entre représentations permet au collectif une action fiable. Cependant l'adéquation entre les représentations individuelles n'est jamais totale et « l'analyse des dysfonctionnements de la communication (incompréhension, malentendu, quiproquo) montre que l'erreur vient souvent d'un fait supposé à tort partagé, et donc laissé implicite par le locuteur » (Cahour, 2003, p. 79). Ce défaut de correspondance entre ce qui est supposé être partagé et ce qui est réellement partagé serait donc à l'origine d'erreurs influençant la fiabilité des opérations des collectifs.

Dès lors, il est intéressant de se pencher sur les processus qui permettent aux collectifs de pallier ces défauts d'ajustement.

Pour l'*établissement et l'entretien du référentiel commun*, les opérateurs ont recours à des opérations mentales qui exploitent diverses ressources informationnelles : l'environnement physique, la mémoire de ce qui a été dit, les connaissances partagées par la communauté. Ces informations sont considérées ou supposées connues de leurs partenaires. Le partage de ces informations ainsi que l'évaluation mutuelle des solutions et des buts, les pratiques de conception et les connaissances concourent à la construction du référentiel commun par *synchronisation cognitive*. La *contextualisation* consiste pour l'opérateur à adapter son discours pour combler les éventuels écarts de représentation afin de parvenir à une *mise en correspondance* des représentations (Giboin, 2004).

2.5.2 La conscience individuelle de la situation (*situation awareness*)

Dans la communauté anglophone, un modèle voisin a été développé portant sur la conscience de la situation et de conscience collective de la situation.

S'il apparaît que pour un travail collectif efficace, les individus doivent pouvoir élaborer des savoirs communs relatifs à la réalisation des tâches engagées, comme décrit précédemment, il reste encore à définir comment ils se construisent individuellement la représentation de l'état de la situation à un instant T. Cette construction s'établit à partir de représentations fonctionnelles communes mais aussi à partir du recueil d'informations sensorielles prélevées dans l'environnement où se déroule la tâche et d'informations mémorielles issues de l'expérience. Cette *perception* des éléments jugés pertinents de l'environnement situés dans l'espace et le temps, la *compréhension* de leur signification et la *projection* de leur état dans un futur proche sont définis comme trois niveaux interdépendants participant au processus d'élaboration de la conscience de la situation (CS) (Endsley & Garland, 2000, p. 5). En termes communs, la CS, c'est savoir ce qui se passe autour de soi et anticiper ce qu'il va se passer. Ce processus est le prélude à la prise de décision en situation dynamique puis à l'action.

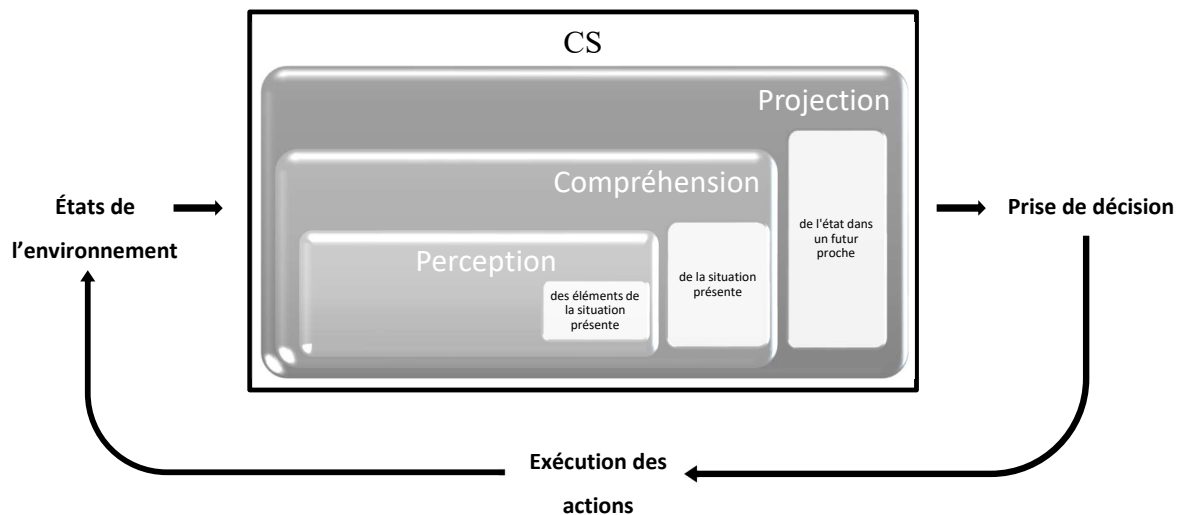


Figure 3 : Conscience de la situation en situation dynamique (d'après Endsley, 1995)

La *perception* dans l'environnement des informations nécessaires à la réalisation de l'action est capitale pour éviter les représentations faussées de la situation. Au-delà de la simple perception, la *compréhension* englobe les processus d'interprétation, de mémorisation et d'intégration des nombreuses informations ainsi que la sélection de leur pertinence en fonction des objectifs de l'individu. Au plus haut niveau de la CS, la *projection* est la capacité pour l'individu de prévoir le futur de la situation dynamique. Elle est représentative d'un haut degré de compréhension de la situation et est la marque des opérateurs les plus expérimentés (Endsley & Garland, 2000, p. 6). La perception du temps qui passe et la dynamique de dépendance temporelle dans l'enchaînement chronologique des événements jouent ici un rôle important spécialement pour les niveaux de *compréhension* et de *projection*. En effet, la nécessité de comprendre combien de temps est disponible avant l'occurrence d'un événement ou la réalisation d'une action est capitale dans la construction de la CS. La fréquence de changement des états de la situation dans les environnements dynamiques renforce le besoin de *projection* dans le futur proche. Par conséquent, la CS de l'individu doit s'adapter en permanence au risque de devenir désuète et imprécise.

Intéressons-nous à présent aux processus cognitifs qui permettent aux individus de construire leur CS. Quels sont les facteurs qui influencent la prise de décision et l'exécution des actions ? Reprenons pour cela le modèle de la CS en situation dynamique de prise de décision d'Endsley.

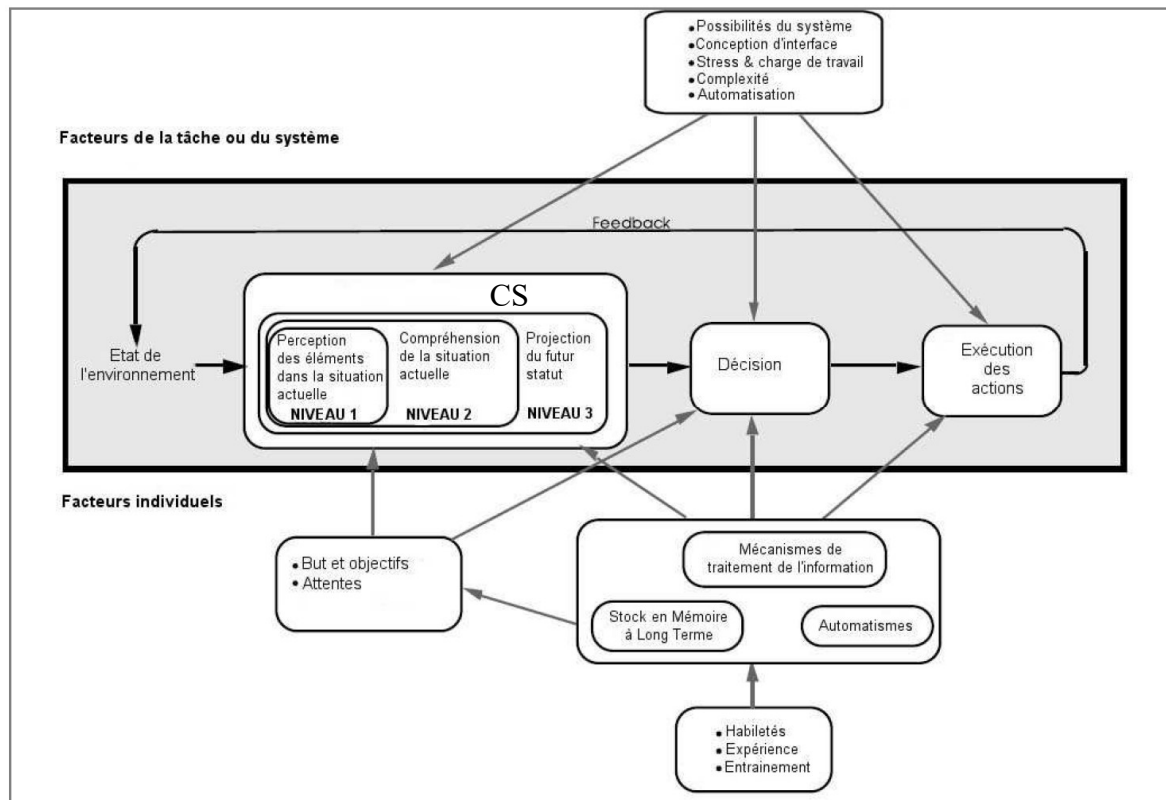


Figure 4 : Modèle de la CS en situation dynamique de prise de décision (d'après Endsley, 1995)

Ainsi, la CS est séparée des processus de prise de décision et d'exécution, elle est un modèle interne de l'état de l'environnement de l'opérateur. En se basant sur cette représentation de la situation, celui-ci peut alors décider quoi faire et quand le faire. Il n'en reste pas moins qu'une CS correcte n'est pas suffisante pour des résultats efficaces. En effet, comme nous le voyons sur la figure 4, les facteurs individuels (expérience, buts poursuivis, formation, mémoires d'évènements antérieurs, etc.) et ceux de la situation de travail (complexité des tâches, objectifs productifs, matériel disponible, ambiance de travail etc.) peuvent influencer non seulement les processus d'évaluation de la situation mais également les processus de prise de décision ou d'exécution des actions.

2.5.3 La conscience collective de la situation⁵

Cette étude portant sur les activités des collectifs de travail, il est nécessaire de s'interroger sur les modalités collectives de la conscience de la situation.

Chaque membre d'une équipe possède son propre niveau de CS. Mais la conscience collective de la situation (CCS) ne peut pas être simplement considérée comme la somme des CS atteintes par les membres de cette équipe. La CCS implique le déploiement à la fois de CS individuelles et de processus collectifs tels des comportements de travail en équipe et des processus cognitifs facilitant la performance collective. Les interférences sur les tâches interdépendantes sont des lieux possibles où le processus collectif peut se manifester : par exemple si le chef d'équipe donne un ordre ou bien si un membre de l'équipe partage des informations sur l'état de la situation à un autre membre du collectif. Ainsi, pour une construction fiable de la CCS, chaque membre de l'équipe a besoin d'informations qui l'aideront à construire une interprétation de la tâche collective. Il apparaît alors que la CCS dépend de la communication. Les limitations propres à chaque individu (connaissances, expérience, disponibilité de l'information dans l'environnement, etc.) peuvent être compensées par des processus d'échange et de confirmation d'informations. Celles-ci doivent donc être rendues disponibles à tous par des échanges communicatifs et des activités collectives coordonnées. De ce fait, une information nouvelle perçue dans l'environnement par un membre de l'équipe, est recueillie puis partagée, modifiant alors la CS des autres membres du collectif et permettant le développement de stratégies communes. La communication individuelle à propos de sa propre CS affecte donc les processus collectifs en clarifiant une tâche, en dirigeant l'attention de l'équipe vers un point saillant, en contribuant à la prise de décision, etc.

⁵ Cette partie s'appuie sur la synthèse de l'article « Situation awareness in team performance » (Salas, 1995).

La CCS est donc la compréhension partagée de la situation entre les membres du collectif à un instant T. Le schéma suivant permet de reprendre les éléments d'explications antérieurs.

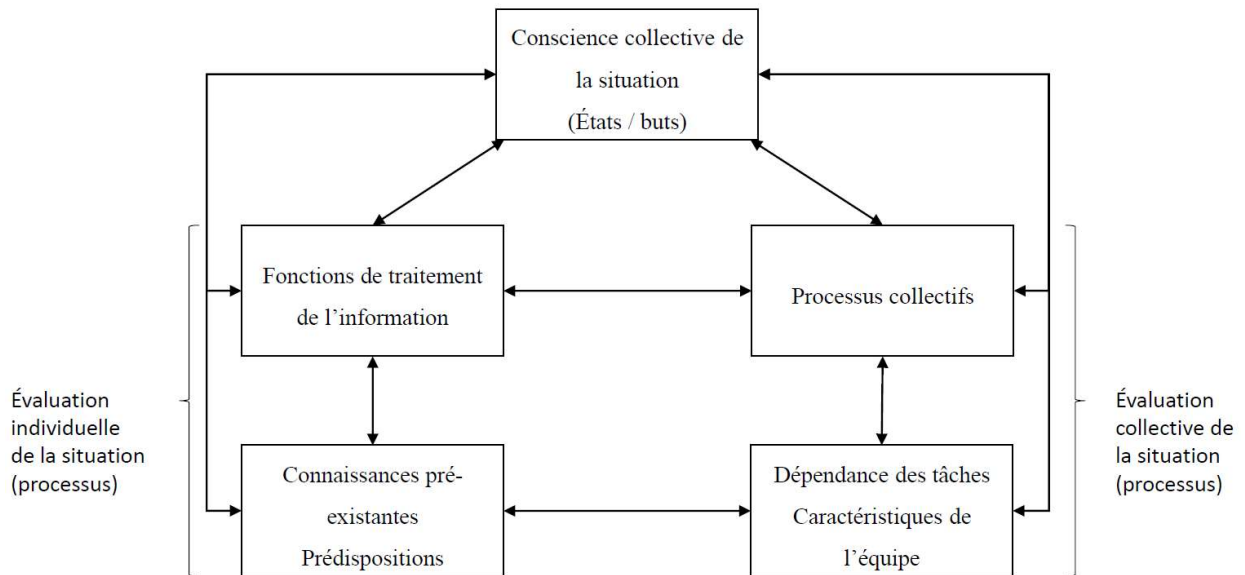


Figure 5 : Conceptualisation de la conscience collective de la situation (d'après Salas, 1995)

La partie gauche du schéma présente les éléments de construction de la CS. Ils diffèrent quelque peu des représentations de Endsley évoquées en 2.5.2. On peut cependant les rapprocher en reconnaissant dans les connaissances pré-existantes / les prédispositions et les fonctions de traitement de l'information ce que Endsley nomme facteurs individuels.

La partie droite regroupe l'ensemble des facteurs collectifs qui viennent construire la CCS mais également influencer les éléments de la construction de la CS individuelle.

La CCS peut être assimilée à une représentation partagée entre opérateurs engagés dans un processus de travail coopératif en vue de réaliser une tâche commune, dans un processus dynamique évoluant constamment au cours du temps. Il est alors possible de parler de « conscience partagée de la situation » à rapprocher des travaux de Hoc (2001) sur la gestion des interférences et du référentiel opératif commun dans la coopération (voir 2.3, 2.5.1.1 et 2.5.1.2).

2.6 Savoirs professionnels de référence

Les savoirs professionnels de référence forment l'ossature de notre cadre d'analyse aussi bien pour les activités collectives qu'individuelles. Ils sont des « invariants de l'activité professionnelle efficaces au cours de la réalisation d'une tâche de leur domaine » (Rogalski, 1998). Ils sont de nature variée et peuvent être orientés vers la réalisation de la tâche ou vers l'articulation des actions individuelles dans l'action collective.

Parmi les savoirs conceptuels, on retrouve des *concepts scientifiques, techniques ou pragmatiques* et ce qui les lie pour la réalisation de l'action. Si les concepts scientifiques et techniques s'entendent bien sans avoir à les détailler, revenons toutefois sur les concepts pragmatiques qui sont une notion développée par la didactique professionnelle. Samurçay et Rogalski (1992, in Vidal-Gomel & Rogalski, 2007, p. 51) les caractérisent comme des « représentations schématiques et opératives, élaborées par et pour l'action, qui sont le produit d'un processus historique et collectif, et qui sont transmises essentiellement par expérience et par compagnonnage ». Les représentations qui sont ici évoquées sont dirigées vers l'action, ce sont des « réseaux de propriétés, de concepts, de savoirs, de savoir-faire, de croyances, de sensations éprouvées, construites, sélectionnées au cours de l'histoire du sujet, à partir de sa formation, de son expérience, et des besoins de l'action » (Weill-Fassina et al., 1993, in Vidal-Gomel & Rogalski, 2007, p. 51). Ces concepts pragmatiques sont partagés dans les communautés professionnelle, mais ils ne sont pas formalisés, ou reconnus en tant que tels. Leur importance pour l'activité est révélée par l'analyste.

Les *méthodes de traitement* qui existent pour différents types de situation sont propres à des domaines professionnels précis et s'apparentent à des outils de gestion (méthode d'ordonnancement des tâches, méthodes de raisonnement tactiques, etc.) au caractère relativement normatif (Rogalski, 1998).

Les *connaissances sur le processus de travail* sont représentatives d'« une compréhension de l'ensemble du processus de travail auquel l'individu participe, dans ses dimensions liées au produit, techniques, organisationnelles, sociales et liées au système » (Leplat, 2002, p. 2). Elles s'élaborent en particulier dans les interactions entre les individus et les outils complexes qu'ils utilisent et ne peuvent être acquises dans le milieu scolaire.

Les *connaissances de cas particuliers par l'expérience « épisodique »* (Rogalski & Leplat, 2011) sont élaborées à partir de l'expérience de l'opérateur ou de celle d'un pair. Des cas vécus de dysfonctionnements précis, de problématiques rares et de leur résolution

permettent leur construction. L'ensemble de données empiriques qu'elles constituent peut servir à l'élaboration d'une base de raisonnement pour la résolution des problèmes nouveaux.

Les *méta-connaissances* portent sur sa propre expérience ou sur les situations que l'on sait ne pas maîtriser viennent enrichir ces savoirs professionnels de référence (Valot et al., 1993).

Les *compétences tacites* voire *incorporées* qui selon Leplat (1997) sont majoritairement tournées vers l'action et ont un certain nombre de propriétés : elles sont difficilement verbalisables, facilement accessibles au sujet, peu coûteuses sur le plan de la charge mentale, difficilement dissociables du reste de l'activité et très liées au contexte. D'où l'emploi de méthodes d'analyse de l'activité spécifique pour que le chercheur puisse y accéder.

Le *référentiel opératif commun*, enfin, et tout ce qu'il implique (voir 2.5.1) est aussi constitutif de ces savoirs professionnels de référence.

3 Terrain d'étude

3.1 L'appel à projet du CHU

L'objectif initial du projet est de créer un « Permis de chirurgie robotique » visant à habilitier les personnels à l'usage d'un robot d'assistance chirurgicale sur patient au travers de modules de formation dédiés. Bien que des formations existent déjà, sous forme de compagnonnage entre chirurgien et interne et de sessions organisées par le fabricant, les critères d'accès au robot ne sont pas clairement identifiés et mesurés par les formateurs.

Ce « Permis de chirurgie robotique » vise l'amélioration de la formation existante, gage de qualité pour la sécurité des patients. En outre, il contribuerait à la promotion à l'échelle régionale et nationale de la formation médicale locale en permettant le développement d'une filière de certification en chirurgie robotique.

L'un des objectifs de l'étude est de préciser le contenu de ce permis à partir des difficultés identifiées avec les personnels concernés.

3.2 Le service hospitalier

La recherche-intervention s'est déroulée dans le service d'urologie de l'hôpital. Ce service dispose d'un bloc opératoire équipé d'un robot Da Vinci® modèle Xi permettant de réaliser principalement des interventions urologiques notamment des prostatectomies. Nous précisons par la suite les populations professionnelles qui ont participé à la recherche.

3.3 Le robot d'assistance chirurgicale

Le robot d'assistance chirurgicale est un modèle Da Vinci® Xi de la marque Intuitive Surgical®. Il est composé de 4 modules. Un *chariot patient* qui comporte quatre bras équipés d'outils pour les interventions (endoscope, pince, porte-aiguille, ciseaux etc...). Une *colonne vidéo* qui permet la retransmission sur plusieurs écrans de l'image recueillie par l'endoscope et l'enregistrement du flux vidéo si nécessaire, d'une *console chirurgien* dotée d'un afficheur en 3 dimensions haute résolution couplé à un contrôleur d'instruments se manipulant avec les mains et les pieds. Cette console est équipée d'un simulateur permettant de s'entraîner à la réalisation de nombreux exercices. Enfin, le robot dispose d'une *double console*, qui à la manière d'une auto-école, permet de laisser ou reprendre le contrôle à un autre intervenant.



Chariot patient

Colonne vidéo

Console chirurgien

Figure 6 : Le robot Da Vinci® Xi

3.4 Schéma d'organisation du bloc opératoire

L'ensemble des observations a été effectué au BO équipé du robot Da Vinci® du CHU. Lorsque la production de films servant de support pour les entretiens avec les personnels a été nécessaire, 4 caméras et deux microphones ont permis leur réalisation. Un schéma permet la visualisation du bloc opératoire observé page suivante.

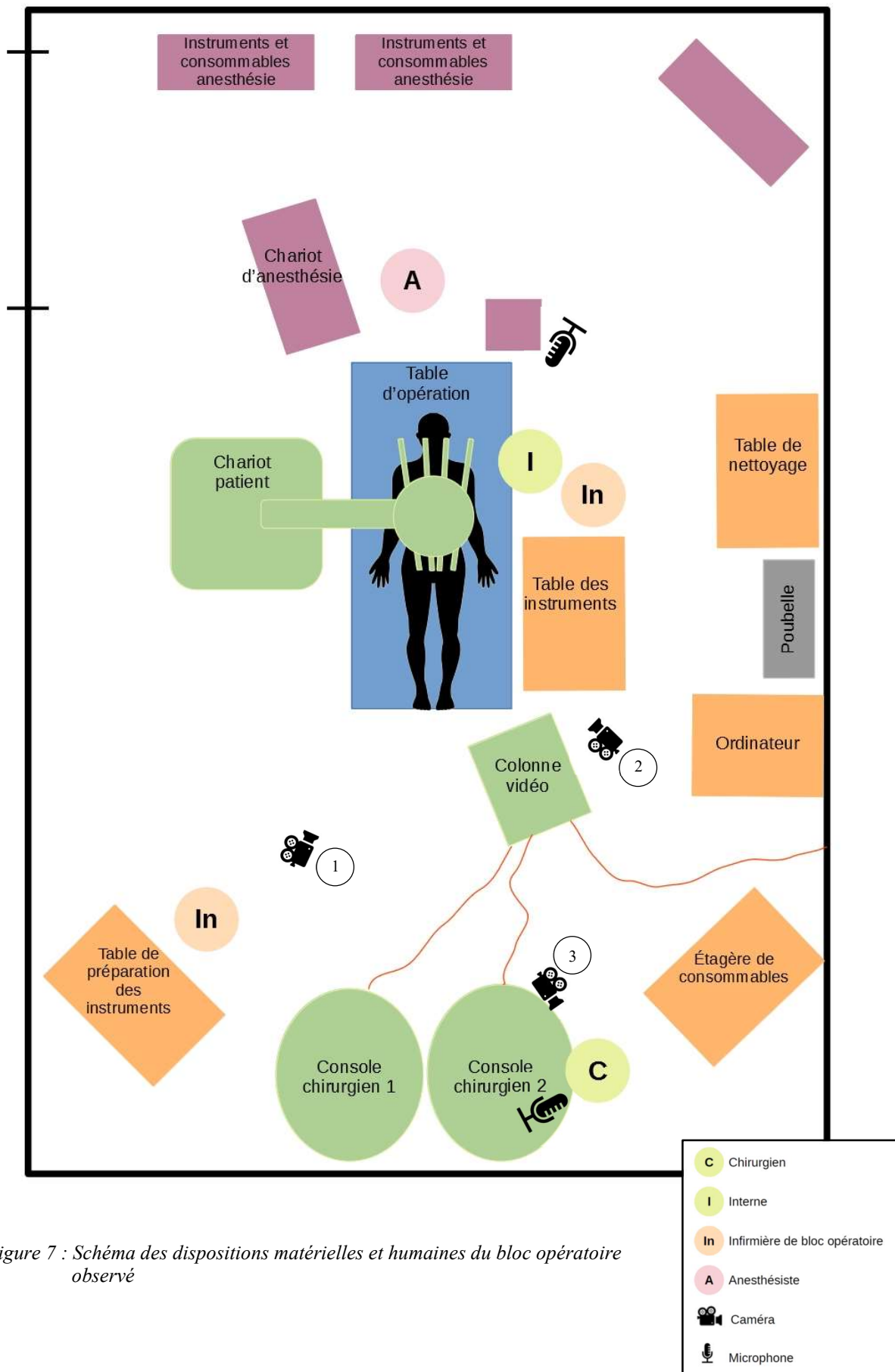


Figure 7 : Schéma des dispositions matérielles et humaines du bloc opératoire observé

3.5 Rôle des personnels au sein du bloc opératoire

Notre étude s'est concentrée sur trois catégories de personnels en situation de travail, lors des phases robot-assistées. D'abord les chirurgiens, installés à la console et manipulant les quatre bras du robot afin de pratiquer l'acte chirurgical. Ensuite, les internes dont la fonction est celle d'aide-opératoire, ils apportent leur soutien au chirurgien en passant des instruments (aspiration, pince à clips, aiguille, endobag) par deux trocars de diamètre différents, un petit de 5 et un plus gros de 5/12⁶. Ils participent également aux changements d'instruments sur les bras du robot. Enfin, les Infirmières de Bloc Opératoire Diplômée d'Etat (IBODE) instrumentistes préparent le matériel en zone stérile (pinces, instruments du robot, fils et aiguilles) afin de les transmettre à l'aide-opératoire. Elle se charge également du changement d'instruments sur les bras du robot, de manipulation de sondes aux pieds du patient et reste en veille pour assister l'interne si celui-ci est en difficulté.

Outre ces personnels qui ont fait l'objet de l'étude, est également présente dans le bloc une IBODE circulante chargées des missions administratives (enregistrements informatiques de tout le matériels utilisés) et de la transmission et du déballage des instruments depuis la zone non-stérile vers la zone stérile. Enfin une infirmière anesthésiste se charge de la surveillance des fonctions vitales du patient et de son anesthésie.

4 Méthodologie

Dans ce contexte d'élaboration d'un programme de certification des personnels à l'usage d'un robot chirurgical, le projet vise à mener une étude exploratoire permettant de caractériser les conditions de la fiabilité et de la résilience du système socio-technique. Les retombées attendues de ce travail sont de fournir des éléments (par exemple caractéristiques de situations pour élaborer une situation de simulation, cas à faire analyser aux formés, etc.) pour compléter les parties de programme déjà conçues en vue de la certification à l'usage du robot.

L'enquête de terrain menée a mobilisé une approche inductive, proche des grounded theories⁷, afin de prendre en compte les spécificités du fonctionnement *in vivo* des équipes, la variabilité et la diversité des situations et des acteurs.

⁶ Dans le cadre d'une prostatectomie radicale.

⁷ Cette approche se caractérise par la construction d'une théorie à partir du recueil et de l'analyse d'informations obtenues sur le terrain de recherche.

Le recueil de données a été réalisé en deux temps :

- D'abord des entretiens avec différentes catégories de personnels (IBODE, internes, chirurgiens). L'objectif de ces entretiens était d'amener les opérateurs à détailler 2 cas typiques d'opération réalisée avec le robot (« typique » de leur point de vue) : une situation présentant des difficultés (voire des risques) et une situation dont le déroulement a été satisfaisant.

En parallèle une phase de familiarisation avec le travail au bloc a eu lieu, caractérisée par la présence du chercheur dans le bloc opératoire, auprès des équipes au cours d'interventions chirurgicales.

- Puis la seconde phase de recueil des données s'est appuyée sur des observations filmées de prostatectomies radicales robot-assistées et des entretiens de confrontation des acteurs aux traces de leur activité, en prenant en compte les dimensions individuelles et collectives du travail. Les observables utilisés pour élaborer les données et les phases des opérations donnant lieu à un entretien ont été précisés à partir des résultats de la première phase et en intégrant les données issues de la littérature.

L'étude initialement prévue pour durer 6 mois s'est finalement étalée sur 11 mois, fortement perturbés par la crise sanitaire liée à la COVID-19.

4.1 Première phase : exploration

4.1.1 Observations *in vivo*

Cette phase initiale a permis l'initiation du chercheur au milieu professionnel. Sa présence au contact des équipes, sur leur lieu de travail, en situation d'intervention chirurgicale, a permis la découverte de ce qu'elles font au quotidien, l'ambiance de travail, le matériel qu'elles utilisent. Ainsi ont eu lieu les premières discussions informelles sur le travail, la découverte des problèmes qu'elles y rencontrent. Équipé de papier et d'un crayon, une dizaine d'interventions de nature variée ont fait l'objet d'observations (prostatectomie radicale, néphrectomie partielle, adénomectomie, cystectomie, pose de sphincter urinaire artificiel).

Ces observations ont également permis de nous préparer aux difficultés qui seront rencontrées ultérieurement pour le recueil de données vidéo. Ainsi, il a fallu anticiper les problèmes liés à l'anonymat ou à la qualité des prises de son dans un contexte bruyant, le robot étant équipé de systèmes de refroidissements particulièrement sonores.

4.1.2 Entretiens exploratoires

Des entretiens avec différentes catégories de personnels (IBODE, internes, chirurgiens) ont été réalisés. Ces entretiens ont permis aux opérateurs d'aborder les sujets suivants :

- Leur formation et leur expérience professionnelle en chirurgie robotisée ou non.
- La description personnelle de leurs missions au sein de l'équipe chirurgicale et leur vision des missions des autres catégories professionnelles avec lesquelles ils travaillent.
- Le détail de deux cas typiques, de leur point de vue, d'opérations réalisées avec le robot. Une situation présentant des difficultés et une situation dont le déroulement a été satisfaisant. Le but n'étant pas de se focaliser sur ce qui a pu se dérouler de manière dégradée mais également de comprendre l'avènement des épisodes nominaux par l'ajustement des actions des personnels aux conditions réelles de travail (voir 2.1).

Quatre entretiens, d'une durée approximative de 50 minutes, ont été réalisés avec 2 IBODE (IBODE a, IBODE b), 1 chirurgien (Ca) et 1 interne (Ia) et ont été retranscrits pour analyse.

L'expérience et la formation de la population de professionnels qui a fait l'objet d'un entretien se décline comme suit :

- IBODE a :
 - 2 ans IDE en réanimation puis en salle de réveil.
 - 1 an d'école d'IBODE.
 - 1 an et ½ en tant qu'IBODE en chirurgie ouverte et laparoscopique urologie / digestive.
 - 1 an et ½ en chirurgie robotique.
 - Doublée 15 jours au robot avant d'être IBODE circulante puis IBODE instrumentiste.
 - Formée par le fournisseur du robot récemment en chirurgie robotique près d'1 an et ½ après avoir touché pour la première fois au robot.
- IBODE b :
 - IDE depuis 15 ans en bloc opératoire.
 - IBODE par validation des acquis de l'expérience depuis 1 an
 - Formée par le fournisseur avant d'accéder au robot

- Doublée sur quelques interventions avant d'être en autonomie, d'abord IBODE circulante puis IBODE instrumentiste

- Ca :
 - Étude de médecine
 - Externat au CHU
 - Internat au CHU :
 - 1 semestre en oncologie
 - 5 semestres chirurgie urologique
 - 1 semestre en chirurgie vasculaire
 - 2 semestres en chirurgie digestive
 - 1 semestre au Canada en chirurgie robotique
 - Formé au robot selon la méthode canadienne.
 - 2 ans et ½ en tant que chef de clinique
 - Environ 100 opérations robot-assistées réalisées

- Ia :
 - Internat au CHU
 - 1 semestre en chirurgie cardiaque
 - 1 semestre en oncologie / urologie : e-learning Da Vinci®
 - 1 semestre en chirurgie / urologie : formation présentielle Da Vinci® + simulateur + PLV trainer (faux abdomens pour la pose de trocart)

Ces entretiens ont permis par la suite de déterminer les caractéristiques des situations du point de vue des acteurs afin de cibler les points clés qui pourront faire l'objet d'une analyse approfondie ou systématique (observations et entretiens d'auto-confrontation).

4.2 Seconde phase : observations systématiques

4.2.1 Observations instrumentées

2 films ont été retenus comme support de notre recherche. Ils ont été choisis en raison de la qualité du recueil vidéo, de la disponibilité des opérateurs et de leur volontariat. Les seules phases robot-assistées des interventions ont été sélectionnées.

Les phases d'incisions du patient pour l'insertion des trocarts et de docking du robot, bien que d'intérêt, n'ont pu donner lieu à un recueil de données avec suffisamment de qualité et posaient des problèmes d'anonymats pour les patients.

Les films ont été réalisés à l'aide de quatre caméras et de deux microphones (voir figure 7 plus haut et figure 8 plus bas). La première caméra cible le côté droit du patient et en particulier le chariot patient du robot de manière globale avec pour objectif de percevoir les mouvements des personnels dans l'ensemble du bloc. La seconde, sur le côté gauche du patient, révèle les actions de l'aide-opérateur et de l'IBODE. La troisième est dirigée vers les mains et les pieds du chirurgien, montrant ainsi les mouvements réalisés pour manipuler le robot. La quatrième enfin est la propre caméra endoscopique du robot dont nous avons récupéré le signal en 2 dimensions pour l'enregistrer. Un microphone est placé à proximité de l'aide-opérateur tandis que l'autre est placé devant le chirurgien. Les images et bandes sonores recueillies sont ensuite synchronisées puis diffusées en simultanée sur le même écran lors des entretiens d'auto-confrontation comme montré dans la figure ci-dessous.

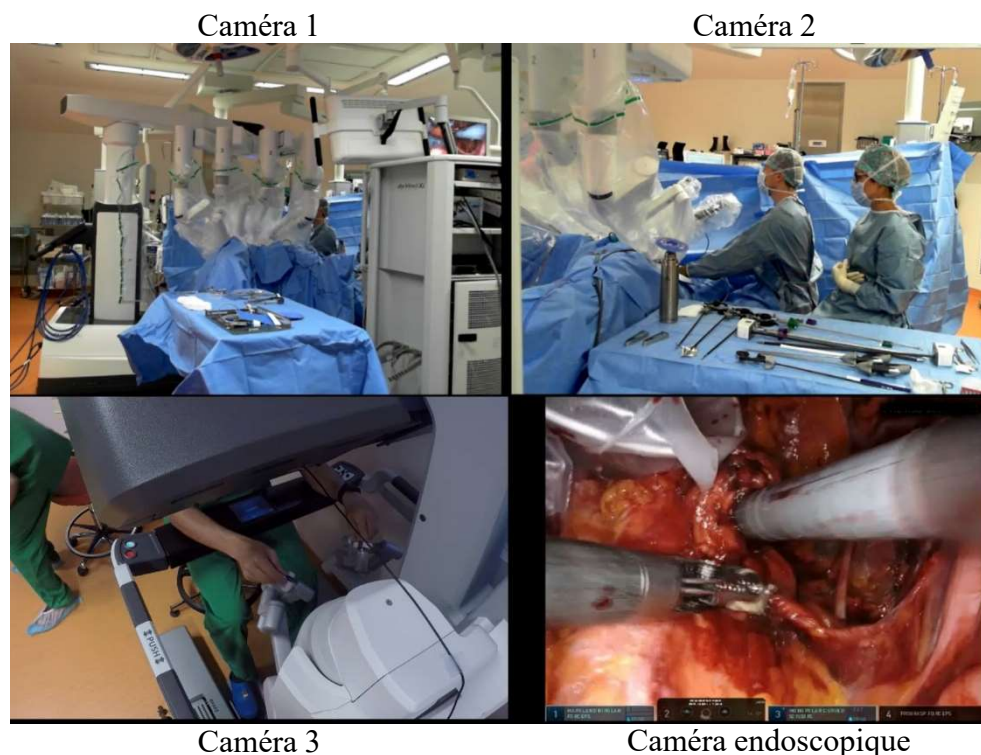


Figure 8 : Image illustrant les films réalisés lors des interventions chirurgicales

La prostatectomie radicale⁸ a été choisie comme opération de référence car c'est la plus pratiquée dans le service d'urologie. En outre un travail collaboratif mené avec une autre équipe de recherche (Université de Bretagne Occidentale (UBO)) nous a amené à mettre en œuvre des

⁸ En Annexe 3 vous retrouverez une brève description de cette intervention.

observations conjointes afin de faciliter le croisement des résultats des deux études. La prostatectomie radicale, par sa durée relativement courte et son caractère d'opération jugée relativement simple par les chirurgiens ouvre la porte à la comparaison entre de nombreuses équipes chirurgicales.

4.2.2 Entretiens d'auto-confrontation

Des entretiens d'auto-confrontation ont été réalisés avec différents acteurs. Sur la base des films réalisés, les acteurs ont été confrontés aux traces de leur activité au cours d'entretiens individuels pour qu'ils commentent leurs actions en présence du chercheur.

Pour chacune des deux interventions de prostatectomie radicale observées, ont été choisies 2 séquences d'environ 6 minutes sur lesquelles ont porté les entretiens. Le choix des séquences a reposé sur la possibilité qu'ils offriraient de tester les hypothèses émises à l'issue de la pré-enquête, et de l'intérêt pédagogique que pourraient représenter ces extraits de film dans le cadre d'un usage formatif.

La durée des séquences correspond à des épisodes bien marqués dans les interventions tels l'apparition d'un problème jusqu'à sa résolution ou encore la répétition de gestes techniques tels la pose de clips ou d'Hem-O-Lok⁹. Le choix des séquences a été motivé par les résultats issus de la phase préliminaire et notamment les hypothèses de surcharge cognitive du chirurgien par nécessité de créer une représentation mentale de son espace de travail (nous étudierons ici les conflits entre instruments). D'autre part un épisode de résolution de problème, la perte d'une aiguille, a attiré notre attention car il semblait relever de la mise en œuvre, en situation, de compétences caractérisant la résilience du collectif.

⁹ Système de ligature en polymère avec verrouillage.

Le tableau 1 récapitule les principales informations concernant les séquences chirurgicales qui ont fait l'objet d'entretiens d'auto-confrontation. Trois séquences présentant des problèmes de conflits entre instruments du chirurgien et de l'aide-opérateur ont été retenus ainsi qu'un épisode de résolution de problème, lors de la perte d'une aiguille en cours d'intervention (tableau 1). L'expérience professionnelle des équipes présentes pour chaque intervention est résumée en première partie de tableau.

	Prostatectomie radicale 1		Prostatectomie radicale 2	
Expérience professionnelle des personnels qui ont fait l'objet d'un entretien d'auto-confrontation	C1		C2	
	- 4 ans de pratique chirurgicale - Environ 150 interventions robot-assistées		- 20 ans de pratique chirurgicale - 12 ans de chirurgie robotique	
	I1		IBODE 2	
	- Interne en 8 ^{ème} semestre - Se spécialise en chirurgie plastique (6 semestres) - 1 semestre en chirurgie oncologique - 1 ^{er} semestre en urologie et en robotique - 1 heure de formation par le fabricant du robot (docking, changement d'instruments) effectuée après la première intervention. - Pas de e-learning		- IDE depuis 16 ans - Travaille au bloc opératoire depuis 13 ans - IBODE depuis 11 ans après un an de formation en école d'IBODE. - 11 ans de pratique en chirurgie robotique. - Carrière entière en urologie + 5 ans de chirurgie viscérale.	
Autres personnels	IBODE a : - Voir 4.1.2 + IBODE circulante (expérimentée)		I2 : - Interne en 2 ^{ème} semestre + IBODE circulante (débutante)	
Séquences retenues pour l'auto-confrontation	Curage gauche ganglionnaire. I1 maintient le curage ganglionnaire avec une pince main gauche et récline des tissus avec l'aspiration main droite. Puis I1 doit passer un endobag dans le ventre du malade.	Décollement des aponévroses latérales pelviennes. Libération de la face latérale de la prostate. I1 doit changer d'instrument et de main pour accéder aux zones de travail.	Pose de clips métalliques lors de la section transversale complète de la face antérieure du col vésical. I2 doit poser de nombreux clips métalliques.	Isolement pour section du plexus de Santorini avant ligature. I2 doit ensuite passer une aiguille par le trocart de 5/12.
Nom de la séquence	Conflits : Réclinage de tissus	Conflits : La pose d'Hem o Lok	Conflits : La pose de clips métalliques	Résolution de problème : Épisode de l'aiguille

Tableau 1 : Description des séquences chirurgicales qui ont fait l'objet d'entretiens d'auto-confrontation

Les résultats qui seront présentés par la suite prendront en compte la parole des acteurs soit en situation de travail (encadré avec verbatim en italique), soit en entretien (directement dans le texte en italique). Lorsque cela a été nécessaire, par exemple lors du croisement de données issues de différentes interventions et de différents entretiens, des schémas ont été construits afin de clarifier les stratégies mises en œuvre par les personnels.

5 Résultats

Nous présentons les résultats de cette étude en procédant à une triangulation des données. Nous croisons donc les apports des entretiens semi-directifs, des observations et des auto-confrontations.

Cinq thèmes seront ici abordés. Le premier traitera de la fiabilité du collectif influencée par la gestion d'un lieu d'interférence que sont les fiches techniques d'intervention. Le deuxième s'intéressera aux éventuels problèmes de communication rencontrés par le collectif. Le troisième abordera la place que prend la formation spécifique au robot dans l'organisation du travail actuellement. Les deux derniers thèmes, enfin, se focaliseront sur des événements qui ont été filmés et qui ont fait l'objet d'entretiens d'auto-confrontation. D'une part, l'étude des conflits entre instruments qui révèlent les stratégies mises en œuvre par les équipes pour faire face à des problèmes inhérents au robot et au fonctionnement du CHU. D'autre part, l'analyse d'un épisode problématique, une perte d'aiguille, montrera les contributions de l'expérience et de la communication pour sa résolution.

5.1 Trois niveaux d'ajustements permanents produisant -fiabilité vs fragilisation- dans les collectifs de travail

Les entretiens avec les chirurgiens ont permis de découvrir que la recherche d'amélioration de leurs techniques individuelles est constante. Cette veille scientifique et technologique fait partie de leur mission. Ils s'échangent également, en interne, les vidéos captées par la caméra endoscopique du robot afin de partager leurs expériences, leurs difficultés ou encore pour s'inspirer de ce que font les collègues :

Ca : « Je revois aussi des vidéos de ce que j'ai fait moi ou de gens... d'autres pour essayer de m'améliorer, pour essayer d'affiner. ».

Il est apparu que, bien que fortement standardisées, le même type d'interventions chirurgicales pratiquées par différents chirurgiens présentait une certaine variabilité en particulier au niveau des instruments utilisés pour réaliser des actions similaires.

Au sein du CHU, ces différences d'instruments sont documentées dans les « fiches d'intervention chirurgicale » (Annexe 2), les besoins des chirurgiens étant établis en spécifiant leur nom, la date de la dernière modification et la liste du matériel nécessaire. Ces fiches sont utilisées par les IBODE afin de préparer le bloc opératoire avant l'arrivée du chirurgien.

La mise à jour de ces fiches est centralisée par une infirmière de l'équipe. Les changements étant fréquents, les IBODE viennent les ajouter au stylo bille directement sur le papier. Après un certain temps, lorsque la fiche devient difficilement lisible, elle est modifiée informatiquement puis réimprimée. Il peut arriver aussi que la fiche ne soit pas actualisée. Alors la disposition de l'instrument adéquat au temps chirurgical voulu repose soit sur la communication du chirurgien à son équipe avant le début de la phase robotique, soit sur l'expérience des IBODE et sur leur mémoire des événements antérieurs :

IBODE a « Parfois, c'est rajouté au stylo et puis parfois c'est gardé dans la tête mais oublié de noter. ».

Il arrive donc que le bon instrument ne soit pas disponible à l'instant du temps chirurgical où il est nécessaire. La situation est alors gérée par l'IBODE circulante qui doit aller chercher l'instrument adéquat, en dehors de la salle du bloc, au prix d'une perte de temps :

IBODE a : « soit on n'a pas anticipé, soit que tout d'un coup, il (chirurgien) dit « tient, je vais essayer quelque chose de différent » au moment où il en a besoin. Et là, il faut sortir de la salle. ».

Un événement de ce type a été observé. Lors d'une intervention de C2, le type d'aiguille qui lui a été fourni au moment de faire une suture n'était pas celle qu'il avait prévue. Cependant C2 a arbitré de façon à continuer son intervention sans changer de matériel car il ne souhaitait pas perdre de temps pour le bien du patient¹⁰, possibilité offerte par son expérience¹¹.

Nous pouvons différencier ici trois niveaux d'ajustement visant à produire de la fiabilité mais engendrant cependant du risque par la fragilisation du travail collectif (figure 9). Le premier, revient aux chirurgiens, qui, en recherche constante d'amélioration des techniques d'utilisation du robot et par là-même, de meilleurs résultats pour les patients, sont amenés à faire évoluer leur besoin en matériel. Ces évolutions amènent le collectif à devoir s'organiser pour mettre à jour les fiches techniques d'intervention afin d'éviter les erreurs en situation de travail, coûteuses en temps. Malgré les efforts du collectif et des individus (mise à jour des

¹⁰ Les questions à propos du temps lié à la récupération des patients sera développée en détail dans le chapitre 5.4.

¹¹ Nous verrons en 5.4, quelques effets documentés de l'expérience professionnelle sur les anticipations, les prises de décision et les actions entreprises par les chirurgiens.

fiches, effort de mémoire des situations antérieures, partage d'informations orales, communication verbale des chirurgiens), des erreurs peuvent survenir et doivent être gérées en situation de travail, dans un environnement dynamique où le facteur temporel est important pour la santé et la récupération des patients.

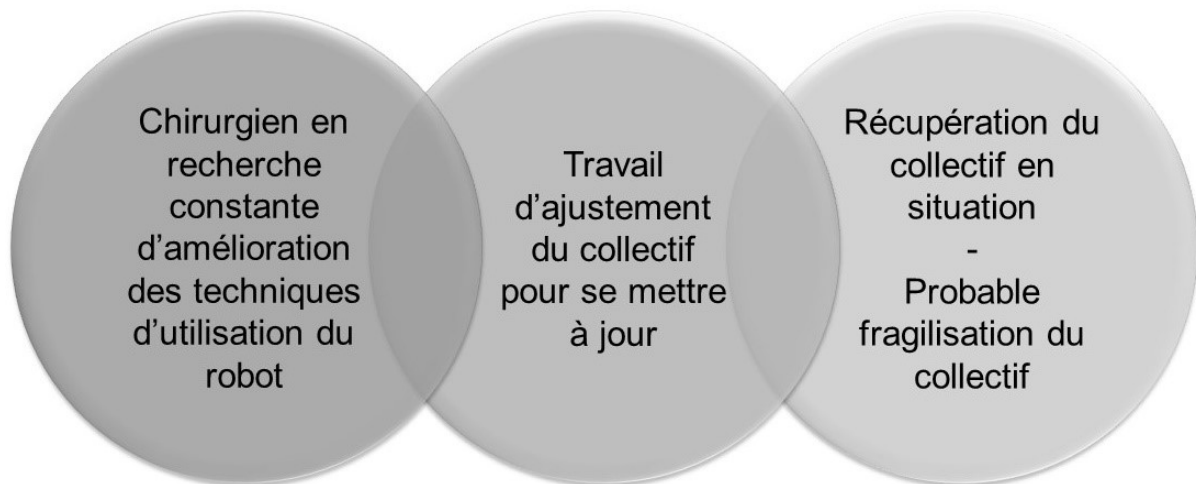


Figure 9 : 3 niveaux d'ajustements permanents qui produisent -fiabilité vs fragilité-

Ainsi, la mise à jour des fiches techniques d'intervention relève d'un consensus dans les équipes chirurgicales. Leur gestion par l'infirmière qui en est responsable est coûteuse en temps, l'organisation du travail ne lui permettant pas de les mettre à jour de façon régulière. Ceci amène les IBODE à compenser le manque de mise à jour informatique par des actions individuelles manuscrites. Ces interventions manuscrites font consensus parmi les IBODE mais dégrade la lisibilité des fiches augmentant ainsi le risque d'erreur. D'autre part, les chirurgiens, premiers responsables du contenu de ces fiches, ne participent pas directement à leur mise à jour ce qui engendre parfois des omissions sur les fiches. Ces fiches techniques d'interventions sont le lieu possible d'interférence entre opérateurs pour contrôler les possibles erreurs laissées par les collègues. Cependant, leur manque de fiabilité laisse les IBODE devoir prendre une décision qui n'est pas entièrement basée sur la fiche lors de la préparation du BO. L'ensemble du personnel semble se contenter de cette situation qui apparaît comme une solution à bas coût temporel dont l'occurrence des répercussions sur les situations de travail reste faible malgré des pertes de temps notoires sur les chirurgies lors d'une erreur.

Dans ce cas, il apparaît que la gestion collective s'oriente vers une diminution du contrôle des erreurs, se libérant ainsi du temps pour d'autres missions (objectif productif), et s'appuie sur l'expérience des IBODE qui commettent finalement peu d'erreurs grâce à une trace

en mémoire des préférences des chirurgiens, à une redondance du contrôle (2 IBODE travaillent à la préparation du bloc opératoire), un partage de connaissance et d'éventuels rappels des chirurgiens avant le début de l'intervention.

Pour compléter cette première approche du travail collectif et de ce qui fait sa fiabilité ou sa fragilité, il est nécessaire de revenir sur les analyses après-coup qui sont faites des opérations réalisées (debriefing). Nous l'avons relevé les chirurgiens réalisent des analyses de leur techniques d'intervention. Toutefois les analyses du fonctionnement du collectif sont plus rares :

- C2 : « *C'est vrai qu'on débrieife jamais après une intervention, sauf les gros trucs compliqués et encore...* »
- IBODE b « *Ça arrive de manière totalement informelle (entre IBODE) [...] Au final c'est rarement arrivé que ce soit vraiment en réunion, moi je l'ai pas vu en tout cas.* »
- IBODE a : « *J'ai jamais vu de debriefing...* »

Si une partie du personnel expérimenté semble revenir de manière informelle sur les événements qui ont présenté des risques, il semble que les internes ne soient pas inclus dans ces réflexions. La mise en place de debriefing permettrait pourtant la création d'espaces formatifs pour ces personnels débutants, nous y reviendrons par la suite.

5.2 Que recouvrent les problèmes de communications ?

Au cours des premières rencontres avec l'équipe, il nous avait été fait état de « problèmes de communication ». Les analyses menées permettent d'apporter des précisions. L'analyse croisée des entretiens exploratoires ciblée sur les modalités du travail en équipe et la description de situations de travail nominales ou bien dégradées¹² permet en effet d'élaborer 2 constats.

5.2.1 Des déficits de méta-coopération ?

La description que font de leurs missions les IBODE a et b est extrêmement riche et rend compte d'un grand panel de compétences s'exprimant à la fois dans le BO mais aussi au-

¹² Des résultats de la deuxième phase de l'étude peuvent apparaître ici, car ils viennent corroborer les résultats de la première phase exploratoire.

delà (gestions de missions administratives par exemple). L'ampleur de leur rôle au sein du BO se résume bien dans cette remarque de l'IBODE a :

« Notre plus grande qualité, je dirais, c'est de s'adapter à tous les chirurgiens, tous les internes, toutes les situations. Il faut qu'on sache les gérer. Il faut qu'on gère les problèmes techniques, les problèmes humains, les problèmes matériels. »

À l'inverse, lorsque le chirurgien Ca décrit les missions des IBODE, les fonctions qu'il leur attribue paraissent être synthétisées sous une forme plus basique :

« Ce qu'elles font, c'est qu'elles passent des trucs, préparent les fils, peuvent être amené à tirer une pince. Après, elles sont très importantes [...] ».

L'analyse croisée des entretiens menés avec les IBODEs a et B et Ca détaille ce type de déséquilibre (Annexe 4).

Nous relevons ici un écart entre « les représentations de soi et des autres » au sein des équipes qui peut générer des difficultés pour établir une méta-coopération suffisante dans le collectif. Nous rappelons que la méta-coopération relève de la connaissance des autres opérateurs réalisant le travail collectif et passe par une adaptation du discours et des actions pour faciliter la performance des opérateurs (Marc & Amalberti, 2002). La construction des relations sociales et des images identitaires nécessaires à l'élaboration d'un sens partagé pour la réalisation d'une tâche peut alors être menacée, rendant la mise en place ou le maintien d'un référentiel opératif commun plus ardu. Ces données sont cohérentes avec celles de Nascimento (2019) qui observe que les unités médicales ont tendance à fonctionner « comme une collection de professionnels » dont les acteurs ne sont que très rarement réunis lors des formations continues (et même initiales dans notre cas). Ceci augmente le risque de classes d'interprétations préconçues des situations par les personnels.

Notre interprétation ne doit cependant pas être généralisée à l'ensemble de l'équipe. Nous ne disposons pas de suffisamment de données et ces entretiens sont déséquilibrés (2 IBODE « contre » 1 seul chirurgien), d'autre part les 2 IBODE sont relativement expérimentées au contraire du chirurgien Ca qui débute sa carrière.

Ce point doit néanmoins attirer l'attention pour la conception de futures formations.

5.2.2 Des moments de surcharge cognitive ?

Le chirurgien fait opérer le robot à partir de sa console de contrôle déportée. Il a donc la tête en partie « immergée » dans la console (figure 10). Cela engendre une rupture visuelle avec l'environnement extérieur. La console est équipée de haut-parleurs qui retransmettent les sons et verbalisations émis dans la zone qui entoure le chariot patient.



Figure 10 : Un chirurgien posté à la console de contrôle.

Le chirurgien ne dispose donc comme informations directes que de celles, visuelles, transmises par la caméra endoscopique 3D du robot et les éventuels sons émis par la machine où les instruments (bip d'alarme, fermetures de clips). En d'autres termes, il ne voit que l'intérieur du ventre du patient. Les informations dont il peut disposer de l'environnement extérieur du malade ne peuvent lui être transmises que par son équipe de manière verbale ou bien prélevées directement par un mouvement de tête à 90° en regardant l'équipe et le patient. Il existe donc pour combler ce manque d'information, la mise en place de représentations mentales de la part des chirurgiens. Ces représentations doivent prendre en compte deux éléments importants (voir également 5.4) :

- Ce que fait et compte faire l'interne dans sa fonction d'aide-opérateur afin de travailler de concert avec le chirurgien dans le ventre du malade :
 - *Ca : « Je me représente mentalement par où il (interne) arrive, où il est situé et où mes instruments doivent être pour pas le gêner. »*
 - *C1 : « Sa pince elle est hors du champ quelque part par ici (désigne une zone hors champ de l'endoscope à gauche) et donc effectivement moi, mes bras (la partie instrumentale dans le patient) vont potentiellement, et surtout ce bras gauche, va potentiellement toucher son aspiration ou sa pince en dehors du champ de vision. »*
- Ce que les mouvements des bras du robot à l'extérieur du malade engendrent comme gêne ou comme problème.
 - *Ca « Je sais où sont mes bras à l'extérieur, mentalement on construit ça pour savoir où sont les bras par rapport à lui (interne). »*

- *IBODE b : « A nous (IBODE) de les alerter sur, quand ils (chirurgiens) font leurs mouvements à la console, des bras qui descendent vraiment trop fort sur la barre qu'on met au-dessus de la tête du patient, justement pour protéger des coups. »*

Ainsi le chirurgien doit en permanence faire un effort de représentation mentale de ses actions sur l'environnement de travail du reste de son équipe et de celui du patient. Ceci afin de préserver les possibilités de travail de l'interne (confort, accessibilité à la zone de travail, voir 5.4) ou encore pour protéger le patient :

CI : « Quelque fois on peut avoir des conflits à l'extérieur avec des compressions, [...], qui si elles perdurent, peuvent être délétères... on a un hématome. »

Ces différents éléments peuvent être mis en relation avec des observations que nous avons faites lors de certaines interventions : des chirurgiens moins expérimentés avaient tendance à ne plus répondre aux questions de l'équipes ou bien à diminuer la fréquence de leurs explications et de leurs demandes lors d'épisode de résolution de problème (un cas présentant des similarités sera rediscuté 5.5).

En effet les situations de résolution de problèmes sont coûteuses en ressources attentionnelles. La manipulation du robot pour réaliser une phase délicate de l'opération ou résoudre un problème pourraient devenir incompatible avec la possibilité de prendre en compte les demandes de l'équipe ou les besoins de coordination du collectif. Le besoin de ressources attentionnelles au cours des différentes phases d'une opération ou en fonction des problèmes dépend de l'expérience des personnes (INSERM, 2011).

Cette interprétation est également confortée par les propos de certains chirurgiens en entretien : ils se sentent parfois perturbés, à des moments qu'ils jugent les plus stressants, par l'ambiance sonore du bloc opératoire. Les discussions entre personnel peuvent venir perturber leur concentration et créer de l'agacement :

CI : « Quand il y a du bruit, les infirmières qui discutent [...], qui rigolent etc. quand toi t'essaie de te concentrer et de faire un truc précis c'est assez agaçant ».

Les travaux en cours sur la conscience de la situation des chirurgiens menés par l'Université de Bretagne Occidentale (UBO) en psychologie cognitive pourront amener des données complémentaires à notre analyse.

En résumé, les « problèmes de communication » évoqués par l'équipe lors de nos rencontres préliminaires, seraient les conséquences de plusieurs facteurs :

- Un manque de connaissance des compétences des autres membres de l'équipe qui nuit à ce que nous appelons la méta-coopération. Ce manque de connaissance pourrait être dû à l'organisation même de la formation qui sépare les différents corps de métier.
- Un manque de disponibilité des chirurgiens (spécialement les moins expérimentés) pour le reste de l'équipe lors de phases opératoires complexes requérant une grande attention et pouvant donc entraîner une surcharge cognitive.

5.3 Une formation qui peine à trouver sa place

La formation principale à l'usage du robot, à l'heure actuelle, qui est dispensée au CHU est assurée par le constructeur du robot sous deux formes. Une session de e-learning regroupant des vidéos expliquant le fonctionnement du robot et une session sur site, en bloc opératoire, dispensée par un technico-commercial qui est principalement axée sur l'installation du robot (montage - démontage d'instruments, docking).

Il est apparu au fil des observations que la majeure partie des personnels ont eu accès au robot avant même d'avoir réalisé ces formations techniques :

- *IBODE a : « Alors théoriquement, il y a une formation très... comment dire, très normée avec un commercial de chez Da Vinci. On doit faire d'abord un e-learning avec ensuite une formation sur site par ce formateur. Mais il se trouve que j'ai été formée, la période juste avant l'été, quand il faut remplacer les congés d'été. Et du coup j'ai une formation un peu sur le tas et la formation carrée avec le formateur est venue, ben c'était au mois de ... là donc presque 1 an et demi après. »*

Ils ont aussi pu y avoir accès seulement de manière partielle :

- *Ia : « Alors avant d'aller au robot, je crois que la toute première fois j'avais pas eu de formation. En gros ce que j'avais fait, sur le site de Da Vinci, y a une formation orientée pour les internes, en vidéo. »*

- *IBODE b : « J'ai eu une petite formation d'1h30 – 2h avec la référente robot et le technico-commercial de l'époque, mais sans avoir accès au e-learning, sans avoir accès à rien du tout. »*

Plusieurs facteurs viennent perturber l'organisation de ces formations. Évoquons tout d'abord la disponibilité du technico-commercial qui ne peut se déplacer en permanence dans tous les hôpitaux de sa zone équipés de robot, qui plus est sur des périodes restreintes. En effet, à chaque début de semestre, le CHU accueille de nouveaux internes, décuplant les besoins de formation sur des intervalles de temps restreints. À cela viennent s'ajouter de nombreux éléments organisationnels et humains rendant difficile le suivi et la programmation de ces formations :

- Les formations sur site se font dans la seule salle du bloc opératoire disposant d'un robot. Il peut arriver que la programmation en urgence d'une intervention annule la session au dernier moment.
- Le personnel infirmier évoque de nombreux congés maladies qui augmente la pression sur le personnel ne leur permettant pas de se libérer du temps pour la formation.
- Le remplacement des personnels expérimentés pendant les congés amène à faire travailler en partielle autonomie des personnels non-formés.
- Certains personnels avec une grande ancienneté refuseraient de suivre la formation.
- Les e-learning en anglais seraient un obstacle pour certains.

Quelques-uns de ces facteurs engendrent parfois des plages de programmation de formation qui ne sont pas en adéquation avec les horaires de travail habituels :

Ibode a : « Je crois que pour certains internes, ils font des formations, mais le soir, mais après tout le programme, voilà à 9h du soir. Mais nous du coup ça a été revenir sur un samedi matin. [...] J'avoue que revenir le samedi matin c'est... ça bouffe un peu un morceau du week-end. »

L'organisation de ces formations attire une fois de plus l'attention sur la séparation des personnels qui travaillent pourtant ensemble au bloc opératoire. Les internes et les IBODE ne sont pas formés ensembles.

Il apparait donc que la formation existante peine à trouver sa place dans l'organisation du travail du service. Cela peut s'expliquer par la programmation des sessions sur des horaires en dehors du temps de travail et l'accès à la formation rendu difficile par pression productive.

5.4 Quand les outils entrent en conflit

5.4.1 Définition du conflit entre outils

Il y a conflit dans trois situations distinctes.

Le premier type de conflit se produit à l'extérieur du patient. Le bras 1 du robot en se déplaçant latéralement vient perturber l'action de l'aide-opérateur en heurtant le bras, le ventre ou la tête de l'interne suivant sa morphologie et sa position du moment. Ce bras 1 peut également venir se placer au-dessus du trocart d'aide 5/12 en rendant son accès plus complexe, obligeant l'aide-opérateur à se lever pour repérer le trocart ou y accéder.

Le second type de conflit se produit à l'intérieur du ventre du patient lorsque les instruments de l'aide-opérateur viennent percuter ceux du chirurgien ou vice-versa. Lorsque cela se produit, le chirurgien, n'est pas prévenu de ces conflits, par exemple il ne dispose pas de retour haptique de la part du robot.

Les chirurgiens développent d'autres moyens de prise d'information pour les détecter, nous y reviendrons.

Les photos suivantes permettent de visualiser des exemples de ces deux types de conflits.



Figure 11 : Exemple du bras 1 du robot venant heurter le bras de l'aide-opérateur travaillant sur le trocart de 5/12

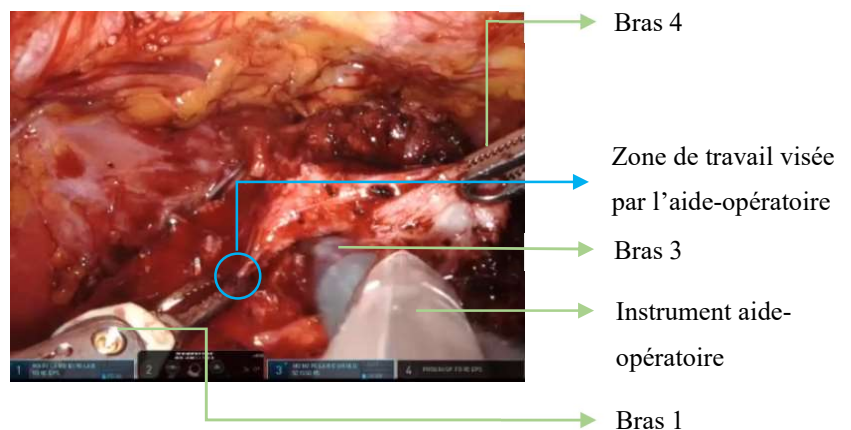


Figure 12 : Exemple d'un contact entre l'instrument de l'aide-opérateur et l'instrument du bras 3 lors d'une tentative de pose de clip.

Le troisième type de conflit concerne une gêne occasionnée par l'instrument de l'aide-opérateur qui peut survenir lorsque celui-ci reste en premier plan du champ de la caméra endoscopique. La présence d'un objet qui obstrue en partie l'un des deux objectifs¹³ dégrade alors la vision stéréoscopique et donc la bonne appréciation des distances de la part du chirurgien. Ceci oblige l'aide-opérateur à sortir son instrument du champ de la caméra le plus souvent possible, entre deux actions, pour ne pas obstruer la vision du chirurgien. Cela implique évidemment qu'il doit retrouver « le chemin » jusqu'à la zone de travail entre chaque action. Chose plus ou moins aisée en fonction du degré de représentation de l'espace tridimensionnel et des fonctions de prise de repères que l'interne a su développer.

Ainsi, les conflits sont beaucoup plus fréquents lorsque la fonction d'aide-opérateur est assurée par un interne dont c'est le premier semestre au robot comme c'est le cas pour les deux prostatectomies radicales sur lesquelles portent cette recherche.

Plusieurs types de verbatim en rendent compte :

- C1 : *« Ça c'est l'interne qui le (tissu ganglionnaire) tient, et donc en fait comme je le vois bouger et moi je suis pas censé toucher à ça et pas censé faire bouger ça, et que du coup ça me perturbe pour faire une bonne dissection, je demande à l'interne est-ce que c'est toi... Est-ce que moi je te pousse ? Parce qu'il y a plein de conflits qu'on ne voit pas dans la chirurgie robotique, et y a plein de problème là-dessus. »*
- C1 : *« Elle est hors du champ donc je ne sais pas ce qu'elle fait. Est-ce qu'elle pousse à gauche, est-ce qu'elle le monte, est-ce qu'elle pousse à droite, j'en sais rien. Et je ne peux pas le savoir puisque ce n'est pas moi qui bouge et qui manipule cette pince. Donc c'est pour ça que je lui demande. »*
- C1 : *« Quand on a un peu l'habitude on sait, comment bougent les bras à l'extérieur quand on fait tel ou tel mouvement à l'intérieur. Et donc, euh, je sais aussi pertinemment que si ma pince ici (instrument du bras 1), je l'écarte vers la droite, à l'extérieur, le bras va venir la (interne) shooter et que je vais la gêner potentiellement. »*
- C2 : *« Pour voir l'autre trocart parce qu'il est caché derrière le bras en fait, c'est pour ça qu'il (interne) se lève. »*

Lors de son auto-confrontations C2 mime avec ses bras et ses mains avec peu de verbalisations. Ses représentations de l'espace géométrique sont très précises et ses

¹³ La caméra endoscopique est constituée de deux objectifs permettant la vision en 3D.

verbalisations s'orientent plus sur les difficultés que peut rencontrer l'aide-opérateur et ce que peut faire le chirurgien pour les minimiser plutôt que sur la description du conflit.

Un ensemble de vocabulaire utilisé par les professionnels, en action ou *a posteriori*, vient traduire ou préciser cette notion de « conflit » : « tricoter », « froter », « gêne », « ressaut », « sursaut ».

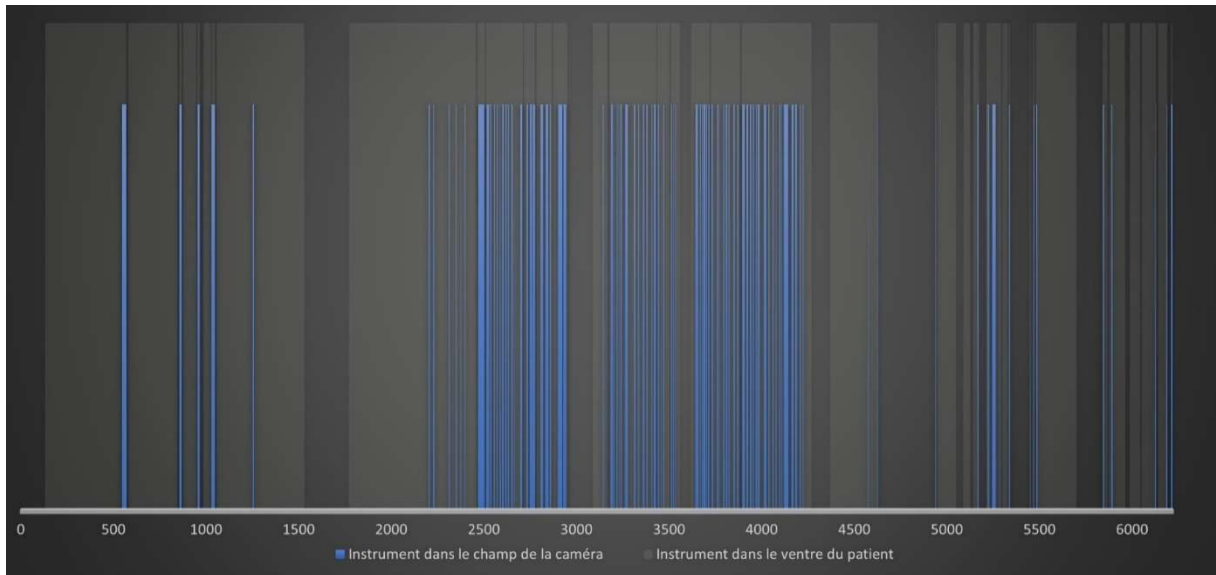
5.4.2 Les conflits relevés lors des interventions analysées

Le chirurgien doit concevoir une image mentale de l'espace qui ne lui est pas accessible sensoriellement. La qualité de cette représentation est grandement liée à sa capacité à faire face à l'apparition de conflits voire à leur anticipation. Du côté de l'aide-opérateur, il se dessine des besoins similaires de représentations mentales car le trajet qu'il doit effectuer avec ses instruments jusqu'à la zone de travail se fait dans le ventre du patient, en grande partie hors champ de la caméra endoscopique et donc en aveugle. Il dispose cependant d'informations sensorielles tactiles qui lui permettent de corriger la trajectoire en fonction des obstacles qu'il peut rencontrer.

Les moments où les conflits sont probables sont nombreux lors d'une intervention.

Pour l'argumenter, nous avons effectué un relevé systématique à partir du film de prostatectomie radicale 2 que nous avons représentées de manière graphique à l'aide du logiciel actographe (figure 13).

Figure 13 : Temps de présence des instruments de l'interne dans le ventre du patient au cours de la prostatectomie radicale 2



Légende : L'axe des ordonnées représente le temps en secondes. La phase robot-assistée de la prostatectomie 2 qui a contribué à l'élaboration de ce graphique a donc duré environ 6300s (soit 1h45min). La série de couleur grisée représente la durée des moments où l'aide-opérateur manipule au moins un instrument et que celui-ci est présent dans le ventre du patient. La série de couleur bleue représente plus précisément la durée des moments où l'instrument de l'aide-opérateur entre dans le champ de la caméra endoscopique.

Nos relevés lors de la prostatectomie radicale 2 indiquent que l'aide-opérateur manipule au moins un instrument dans le ventre du patient 72% du temps de la phase robot-assistée (figure 13). Majoritairement, il s'agit d'aspiration des fumées dues à la cautérisation de tissus. Alors l'instrument est positionné en retrait de la zone de travail du chirurgien. Les conflits, lorsque les instruments se situent ainsi en retrait, se traduisent surtout par des gênes pour l'aide-opérateur qui doit changer pour des positions qui peuvent être peu confortables (changement de position assis/debout, changement de mains pour manipuler l'instrument). La plupart du temps, ces conflits sont résolus par l'interne sans que le chirurgien ne le perçoive ou du moins n'en parle.

Cependant, les interventions de l'aide-opérateur au plus proche de la zone de travail, lorsque l'instrument entre dans le champ de la caméra endoscopique, engendrent des conflits plus graves qui viennent perturber le travail collectif coopératif. Ces interventions proches (en bleu sur la figure 13), représentent 12,5% du temps de la phase robot-assistée lors de la prostatectomie radicale 2 (figure 14). Il s'agit d'aspiration de sang, de pose de clips ou d'Hemo-Lok, de passage d'aiguille ou de sac. À 82 reprises, l'interne entre dans le champ de la caméra endoscopique pour venir effectuer des opérations de précision sur une zone de travail restreinte en coopération avec le chirurgien.

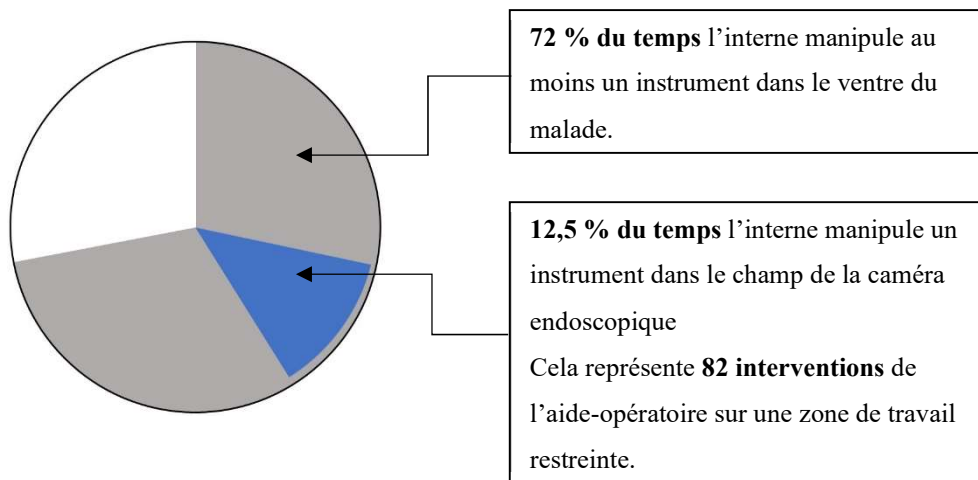


Figure 14 : Part temporelle de présence des instruments de l'interne dans le ventre du patient lors de la prostatectomie radicale 2

L'action de l'aide-opérateur dans une zone de travail restreinte induit, par effets géométriques, une augmentation des risques de contacts avec les instruments du chirurgien.

Ces conflits ont plusieurs effets délétères :

- Ils provoquent une usure prématurée des instruments, en particulier ceux dispendieux du robot.
- Ils compliquent la tâche de l'aide-opérateur en diminuant sa précision.
- Ils peuvent obliger l'aide-opérateur à changer de position ou le chirurgien à reconfigurer la position des bras du robot.
- Leur gestion est coûteuse en temps.

Nous constatons alors que la fréquence des interventions de l'aide-opérateur dans la zone la plus à risque de conflits couplée à leurs possibles effets délétères rendent l'étude de ce phénomène importante.

5.4.3 Les prises d'informations pour détecter les conflits

Il existe chez les chirurgiens et les internes un ensemble de stratégies de prise d'informations dans leur environnement afin de détecter, traiter ou prévenir des conflits.

Du côté des chirurgiens, comme décrit précédemment, la majeure partie des informations dont ils disposent sont perçues dans l'environnement par l'intermédiaire de la caméra endoscopique. Plusieurs indices leur permettent d'envisager l'occurrence d'un conflit :

- L'arrivée d'un instrument par un axe qui n'est pas celui attendu révèle que l'interne n'utilise pas le bon trocart. Cela signifie une augmentation du risque de conflit car l'instrument de l'aide-opérateur arrive de manière oblique par rapport aux instruments du robot :

C2 : « Quand l'instrument il arrive dans un certain axe et pas l'autre c'est qu'il a pas pris le bon trocart. ».

- Des mouvements brusques et anormaux des outils de l'interne sont révélateurs de frottement avec les bras du robot :

C2 « Je vois que de temps en temps il y a des sauts d'instruments, d'un seul coup, un peu brutal, et ça, ça veut dire qu'il a frotté un de mes instruments. ».

- Lorsque l'interne maintient des tissus pour assurer l'exposition de la zone de travail au chirurgien, le tremblement de ces tissus peut révéler des conflits :

C1 : « J'ai besoin d'avoir une certaine concentration et une certaine précision pour faire ça sans faire de trou dans la veine, sans faire de trou dans les vaisseaux et sans abimer le nerf. Et en fait je vois que l'image en permanence bouge ».

- Enfin, des retours verbaux des internes sur les difficultés qu'ils rencontrent, augmenté des éventuelles remarques et interprétations de la situation des IBODE.

Du côté des internes, il a été repéré des méthodes de prise de repères visuels par rapport à l'alignement des bras du robot, couplées à des représentations anatomiques qui permettent de s'aligner sur la zone de travail :

Il : « Là je sais que C1 il est dans le pelvis, donc il est assez bas dans le malade et assez central donc j'essaie de viser le pubis du malade. Les bras du robot sont dans la même direction donc j'essaie de me mettre parallèle aux bras du robot. [...] Notamment la caméra qu'on peut suivre facilement. ».

En s'alignant de manière parallèle au bras du robot, Il limite donc les risques de contacts entre ses instruments et ceux du chirurgien.

Le bras 2 de la caméra endoscopique semble être un repère à privilégier, assez fiable pour repérer la position de la zone de travail :

I2 : « j'essaie d'imaginer où je suis dans le malade par rapport à la caméra. ».

En cas de conflit, l'interne ressent le contact entre ses instruments et ceux du robot :

I2 : « Je le sens, lui (le robot manipulé par le chirurgien) ses bras sont très rigides et je le sens, j'ai aucune force contre lui. ».

Ainsi, lorsqu'un conflit apparaît, l'interne peut prévenir verbalement le chirurgien pour l'informer des difficultés qu'il rencontre :

C2 : « La meilleure information pour dire qu'il y a un conflit, c'est à l'interne de me le dire. ».

Ce partage d'information, qui concourt à la bonne conscience de la situation du chirurgien, prélude à sa prise de décision, n'est malheureusement pas systématique, en particulier chez les internes débutants :

C2 : « Il est jeune, souvent ils sont un peu timides, il me parle pas beaucoup. ».

5.4.4 Hypothèses sur les raisons du manque de communication des internes débutants

L'hypothèse sur ce manque de communication de la part des internes débutants est à chercher dans la qualité de leur conscience de la situation qui ne serait pas suffisante. Ils ne disposeraient pas des éléments de connaissances et d'expériences nécessaires pour sélectionner les informations pertinentes disponibles dans leur environnement afin de les transmettre au chirurgien. Ils n'auraient pas conscience des difficultés de perceptions sensorielles que rencontre le chirurgien à la console du robot et par conséquent ne pourraient pas les anticiper. Ils ne disposeraient pas encore du vocabulaire partagé par le collectif pour décrire la situation. S'ajoute à cela la relation hiérarchique entre chirurgien-interne (modèle du compagnonnage maître/apprenti), qui peut inhiber la prise de parole et amener l'interne à vivre les événements avec une certaine passivité, laissant au chirurgien, forcément beaucoup plus expérimenté que lui, le soin de prendre les initiatives. Finalement, l'interne débutant pourrait avoir le sentiment de ne pas avoir de levier d'action sur les difficultés qu'il rencontre dans sa mission (manque de confort, perte de représentation de la position de son instrument, erreurs) au risque de produire de la frustration. Difficultés qui peuvent alors être vécues comme des échecs face au réel du travail.

5.4.5 Les stratégies de gestion des conflits des 2 chirurgiens

Nous venons de le voir, le travail en coopération sur une zone anatomique restreinte induit parfois l'apparition de conflits entre les instruments des opérateurs. Sont-ils résolus ou non en situation de travail ? Sont-ils inévitables ou au contraire peut-on réduire leur occurrence ? Pour répondre à ces interrogations, nous nous appuyons sur l'analyse croisée des données recueillies lors des interventions des prostatectomies radicales 1 et 2 et des entretiens d'auto-confrontations correspondant.

Trois stratégies sont déployées en situation par les chirurgiens pour faire face aux problèmes de conflits : une stratégie de résolution, une stratégie de minimisation des effets et enfin une stratégie d'évitement par anticipation. La figure 15 les résume. Elle a été élaborée en croisant les données disponibles pour les différentes observations et entretiens d'auto-confrontation. Nous y ajoutons nos interprétations (en lettres capitales) que nous détaillerons.

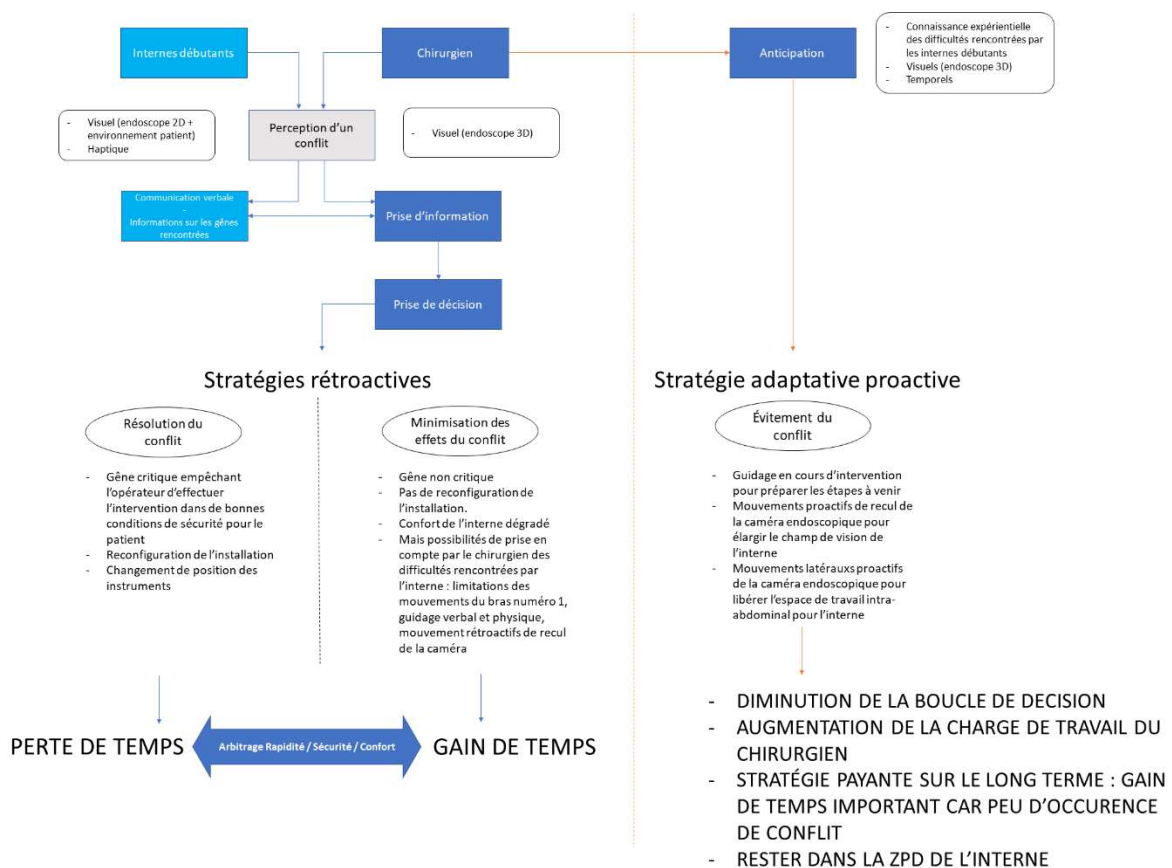


Figure 15 : Stratégies mises en œuvre par les chirurgiens face aux problèmes de conflits

La stratégie qui semble la moins souvent déployée en situation est celle de résolution du conflit, ce qui peut paraître relativement contre-intuitif. Elle passe par une reconfiguration de l'installation : il faut revoir la position du patient et/ou position des trocarts et/ou position des bras du robot et/ou du poste de travail de l'interne.

Elle ne survient que si les gênes rencontrées par les opérateurs sont telles qu'ils sont dans l'impossibilité d'effectuer l'intervention dans des conditions de sécurité satisfaisantes pour le patient. Cette stratégie est en effet très coûteuse en temps et ne garantit pas nécessairement que tous les types de conflits seront résolus. Or, le temps est un facteur crucial pour la récupération post-opératoire du patient : moins de perte de sang, réveil plus rapide, moins d'anesthésiques injectés. La durée d'une intervention influe également sur l'organisation du travail en rapport avec la disponibilité du bloc opératoire pour les opérations programmées à venir ou la libération plus rapide des salles de réveil. Ces enjeux font que cette solution n'est pas celle qui est privilégiée, les équipes préférant la minimisation des effets des conflits au prix de quelques concessions.

Le collectif fait alors preuve de résilience en s'adaptant au réel du travail car ces conflits sont en partie inhérents à l'installation robotique elle-même, son encombrement et la limitation du champ visuel notamment. Les équipes composent alors avec ces limitations en mettant en place des actions qui leur permettent d'atteindre leurs objectifs même lorsqu'il y a conflit. Dans ce cas, les gênes dues aux conflits ne sont pas jugées critiques, les équipes sont capables de les surmonter. L'objectif principal est de minimiser la perte de temps dont sont responsables les conflits. Mais cela se fait au détriment du confort de l'aide-opérateur qui doit adapter sa position de travail pour accéder à la zone d'intervention, coûte que coûte. L'aide qu'il doit apporter est jugée prioritaire par rapport à son confort. On observe des manœuvres de guidage physique¹⁴, de guidage verbal, des limitations de mouvement du bras 1 et quelques mouvements de recul de la caméra¹⁵ de la part du chirurgien qui permettent à l'interne d'atteindre ses buts plus facilement. Ces opérations sont majoritairement rétroactives, c'est-à-dire qu'elles viennent compenser les effets délétères du conflit après son apparition, sa détection et son partage collectif.

La décision de suivre l'une ou l'autre de ces stratégies dépend du chirurgien, qui en fonction des informations dont il dispose et de ses propres difficultés est amené à opérer un

¹⁴ Le chirurgien peut utiliser l'un de ses instruments pour pousser ceux de l'aide-opérateur vers la zone de travail ciblée.

¹⁵ En reculant la caméra, le chirurgien augmente le champ visible de travail et donc facilite le repérage des instruments par l'interne.

choix. L'arbitrage s'effectue en fonction de la rapidité, de la sécurité pour le patient et dans une moindre mesure de confort pour l'aide-opérateur.

La stratégie de minimisation des effets, qui est la plus courante, présente néanmoins des lacunes puisqu'elle n'évite pas le conflit, elle fait avec. La mise en difficulté de l'interne par une position de travail dégradée, malgré les efforts faits par le chirurgien pour faciliter l'atteinte des buts de l'aide-opérateur à court terme, peut mener à une forme de coopération au cours de laquelle les buts de l'un et de l'autre entrent en interférence de façon négative. L'interne, gêné par les bras du robot, doit adopter des positions inconfortables pour continuer sa mission d'aide mais celles-ci nuisent à sa précision. Moins adroit, il commet plus d'erreurs et effectue des mouvements incontrôlés qui viennent perturber le chirurgien qui se retrouve alors lui-même en difficulté. Ce type de situation peut finalement dégrader la performance. Elle est aussi génératrice de stress et d'agacement dans les équipes et ne favorise pas l'établissement d'un référentiel opératif commun, notamment si l'interne ne communique pas et ne porte donc pas à la conscience du collectif les contraintes qu'il subit et qu'il a du mal à dépasser. Le gain de temps apporté par cette stratégie devient alors marginal.

Chez un chirurgien plus expérimenté, on observe une autre stratégie de gestion des conflits. Il s'agit non plus de « faire avec » les conflits mais de les anticiper. Le raisonnement qui soutient cette stratégie repose sur la représentation des compétences des internes : un interne débutant est toujours en difficulté et va se perdre dans le ventre du patient, il y aura donc des conflits ; il est donc nécessaire de lui faciliter la tâche le plus tôt possible. Cette stratégie relève de méta-coopération. C'est ainsi qu'il va mettre en œuvre une stratégie adaptative à partir de ce qu'il connaît du niveau de l'interne et de la connaissance qu'il a des erreurs fréquemment commises par les débutants, issue de son expérience. Cette stratégie vise l'évitement du conflit et se fonde sur deux sous-bassements principaux. Le premier se matérialise sous la forme de guidage en cours d'intervention, fortement orientés vers la description des actions que va devoir entreprendre l'interne dans un futur proche¹⁶ (voir plus bas). On assiste à une situation favorisant la synchronisation cognitive par ajustement des représentations individuelles pour arriver à l'élaboration d'un contexte partagé, un référentiel opératif commun.

Une fois cette ébauche de référentiel commun échafaudée, place à l'action. Mais ce chirurgien sait par expérience qu'il est illusoire de penser que seule une bonne explication va permettre une action fiable de l'interne débutant. Il met donc en œuvre le second sous-bassement de sa stratégie d'évitement du conflit. Avant même que l'interne soit en difficulté

¹⁶ Ces guidages en cours d'intervention existent aussi chez les chirurgiens moins expérimentés mais ils sont plus orientés sur l'action en cours et davantage liés à l'activité propre du chirurgien.

pour trouver son chemin vers la zone de travail¹⁷, il effectue un mouvement de recul de sa caméra endoscopique, élargissant ainsi le champ de vision pour que l'interne puisse repérer facilement son instrument sur l'écran de contrôle.

C2 : « Je prends du recul exprès pour que lui il voit son instrument arriver, qu'il sache où il est. »

Une fois que l'interne a trouvé la zone de travail, ce chirurgien l'accompagne avec la caméra afin de revenir à un niveau de zoom lui permettant d'effectuer ses propres tâches. Ce mouvement de recul de la caméra peut également s'accompagner de décalages latéraux de la caméra endoscopique pour libérer de l'espace dans la cavité abdominale sur les axes d'arrivée des instruments de l'interne.

C2 : « Dans tous les cas ce que je fais c'est que je décale un peu ma caméra là, donc le champ-là au lieu d'être au milieu, je le mets un peu sur le côté... je décale ma caméra là, et lui il arrive mieux. »

En procédant ainsi, ce chirurgien, même en travaillant avec des internes dont c'est la première intervention robot-assistée, arrive à limiter fortement l'apparition des conflits. Il s'en produit néanmoins mais de manière plus occasionnelle. Dans ce cas, ce chirurgien rebascule vers les stratégies rétroactives précédemment citées.

¹⁷ Il semblerait qu'interviennent ici des facteurs temporels, le chirurgien activant les éléments de sa stratégie en fonction du temps d'attente avant l'action de l'interne. Cette durée d'attente avant la mise en œuvre de la stratégie d'évitement repose sur des critères qui n'ont pas été éclaircis dans cette recherche.

Nous donnons ici à titre d'exemple deux guidages destinés à des internes débutants en chirurgie robot-assistée par deux chirurgiens d'expérience différente :

- C2 lors de la pose d'un clip métallique

C2 : Donc là tu vois j'ai le début des bandelettes, la prostate elle est là, là j'ai les accroches qui sont là. Tu vas venir avec les petits clips Brown-là, les petits clips en métal... Et tu vas venir les poser juste au-dessus de ma pince. On va cliper tout ça en fait...

(Interne introduit sa pince à clip dans le trocart de 5)

Voilà, au-dessus de ma pince. Tu viens les poser, tu viens juste poser le clip, tu serres.

(Mouvement de recul de la caméra pour aller chercher l'interne qui est perdu).

Alors non, passe par l'autre trocart, prends le trocart de 5/12.

(Interne retire la pince à clip, l'introduit dans le trocart de 5/12, C2 zoome de nouveau sur sa zone de travail)

[7 secondes]

Hop.

(Mouvement de recul de la caméra, l'interne trouve le chemin, puis C2 zoome sur la zone de travail).

Alors tu tournes ta pince dans l'autre sens, le clip vers le bas, tourne encore, tourne encore, tourne encore. Voilà très bien, et tu viens mettre ta pince au-dessus, voilà... au-dessus de ma bipolaire. Voilà, avance un peu... t'appuies, hop et tu serres. Voilà, très bien, voilà.

Nous remarquons tout d'abord, ici, la proactivité du guidage, dans les premières secondes, avant l'arrivée de l'instrument de l'interne dans le trocart. Ensuite, un mouvement de caméra anticipatif permet à C2 de percevoir l'erreur de trocart commise par l'interne et de la corriger avant l'occurrence d'un conflit. Un deuxième mouvement de caméra anticipatif permet à l'interne lors de sa deuxième tentative de retrouver facilement son chemin jusqu'à la zone de travail. Enfin un guidage au cours de l'action permet de finaliser l'opération de pose de clip. Cet exemple montre à quel point l'interne, dans cette situation, est silencieux et ne participe pas aux échanges verbaux.

- C1 lors de la pose d'un Hem-O-Lok.

C1 : Donc là tu vois ça, ça va être les pédicules prostatiques... vasculaires, tu vois il y en a un paquet là-dedans. Et dans lesquels tu vas venir me mettre des Hem-O-Lok.

[4s]

Hem-O-lok violet.

Il : Attends je vais changer mon aspi de...

C1 : Oui l'aspi elle va venir de la gauche.

[30 s durant lesquelles C2 affine sa dissection]

C1 : Tu me dis hein ?

Il : Ouais j'suis là.

C1 : Tu es où ?

Il : ben je sais pas... là.

(L'instrument entre dans le champ de la caméra)

C1 : Arhh

(Mouvement de recul de la caméra endoscopique)

C1 : Alors tu vas venir...

(Zoom de la caméra endoscopique sur la zone de travail)

C1 : Bouge pas, bouge pas. Tu vas venir ici au-dessus.

[4 s]

C1 : Au-dessus de ma bipolaire, tout droit paf. Proche de la... ouais un peu plus vers ma pince, voilà, ouais... pas trop, voilà très bien. Bouge pas, ouais parfait, clip ! Clip sur place... Oula.

Cet épisode se termine par un échec de la pose de l'Hem-O-Lok qui finira par tomber de la pince. Si nous remarquons un guidage proactif de la part de C1, celui-ci est interrompu par l'interne qui annonce qu'il va changer son aspiration de trocart. Le chirurgien confirme ce changement de trocart, mais ne termine pas ce guidage proactif (On pourrait imaginer qu'il décrive plus précisément où il souhaite voir poser cet Hem-O-Lok).

Le guidage de C1 pourrait être mis en perspective de cette explication donnée par C2, dans laquelle il décrit le degré de précision de son guidage :

C2 : C'est pour ça qu'il sait où le (clip) mettre à chaque fois. Moi je lui dis pas « vas-y mets un clip-là ». J'lui dit « tu mets ton clip au-dessus de ma pince ».

Revenons à C1 qui continue sa dissection tandis que l'interne maintient sa pince à Hem-O-Lok hors-champ. Il se passe ainsi 30 secondes, le chirurgien disséquant tout en attendant l'interne, et l'interne n'agissant pas (Nous ne pouvons ici faire que des conjectures, mais attendait-il une demande de C1 pour agir ?). Après ces 30 secondes, nous pouvons nous interroger sur la validité du guidage proactif. Est-il encore présent en mémoire ? Puis, lorsqu'ils se coordonnent pour agir, l'interne arrive dans la zone de travail de façon brusque et loin de sa cible, en frottant probablement contre les outils du robot. C1 propose un mouvement de recul

de caméra rétroactif pour aider l'interne puis un guidage au cours de l'action, précisant la position souhaitée de l'Hem-O-Lok afin de finaliser cette tentative de pose.

Nous pouvons par comparaison entre ces deux guidages, observer l'intérêt que présente, pour la performance collective, d'une part un guidage proactif précis pour se mettre d'accord sur ce qui va être fait dans les instants qui viennent, suivi d'une mise en action prompte, et d'autre part les mouvements de caméra proactifs qui évitent à l'interne de perdre la représentation de la position de son instrument.

Il est intéressant de noter que ces mouvements de caméra proactifs relèvent d'une compétence tacite chez le chirurgien C2 et qu'elle est donc difficilement transmissible. Il a fallu revoir plusieurs fois les instants où il pratique ces rapides mouvements de caméra en auto-confrontation pour que nous les décortiquions ensemble.

Après que ce chirurgien les a remarqués, il a alors pris conscience qu'ils étaient omniprésents lors de l'intervention. Nous avons ici une stratégie mise en place au cours de l'expérience professionnelle, non issue de la formation qui lui permet l'accomplissement de tâches collaboratives avec un interne débutant.

Cette stratégie anticipative d'évitement du conflit, activée relativement peu consciemment, se matérialise dans l'action par ces guidages anticipatifs et ces mouvements de caméra. Elle permet une diminution de la boucle de décision par la mise en œuvre systématique de la stratégie d'évitement. Cela se traduit par un gain de temps sur le long terme au cours d'une intervention, la durée de pose des clips et Hem-O-Lok étant alors largement diminuée par évitement du conflit¹⁸. Notons que les mouvements de recul de caméra requièrent une habileté manuelle particulière et qu'ils peuvent être temporellement coûteux pour un chirurgien moins expérimenté.

Cette stratégie est également progressive et évolue au fil de la formation des internes si nous nous basons sur les données d'entretien avec ce chirurgien. C2 indique que ses mouvements de caméra se raréfient puis disparaissent en fonction du développement des compétences des internes. Aux guidages orientés vers la tâche à venir viennent alors se substituer l'apport de connaissances précises en anatomie et en chirurgie en rapport avec la tâche en cours. Il semble que ce chirurgien ait intégré en acte un point de vue sur la progression

¹⁸ Il est difficile de compter de manière fiable les conflits lors d'une intervention. Une partie d'entre eux ne sont pas visibles et ils ne sont pas forcément verbalisés. Toutefois, la pose d'un clip peut durer entre quelques secondes à plusieurs minutes en fonction des problèmes rencontrés et ceux-ci sont souvent ce que nous avons appelé des conflits.

dans les apprentissages. L'hypothèse d'un concept-en-acte (Vidal-Gomel & Rogalski, 2007) pourrait être avancée : la zone proximale de développement (ZPD) qui se définit par la différence entre ce qu'un individu sait faire avec l'aide d'autrui et ce qu'il est en mesure de faire seul (Vygotski, 1997).

Le rôle des IBODE dans les processus décrits ci-dessus n'a été que peu abordé jusqu'à présent. Elles apportent leur concours à plusieurs niveaux, par une surveillance non intrusive de l'interne, des actions correctives face aux erreurs de manipulation de ceux-ci, des initiatives de partage d'informations à propos des difficultés rencontrées par l'interne, voire le partage d'opinions sur les options stratégiques qu'elles pensent être à même de concourir à la fiabilité du système. Elles contribuent ainsi activement à l'élaboration et au maintien d'un référentiel opératif commun.

5.5 Un exemple de résolution de problème : l'épisode de l'aiguille

Cet épisode de perte d'aiguille lors de la prostatectomie radicale 2 a été retenu pour son intérêt dans le décryptage des processus collectifs et individuels mis en œuvre pour la résolution d'un problème jugé grave. En effet, la perte d'une aiguille dans le ventre d'un patient qui ne serait pas retrouvée implique la responsabilité juridique du chirurgien, il est inacceptable de laisser un corps étranger dans le patient. Dès lors, si une aiguille est égarée, il faut tout mettre en œuvre pour la retrouver. La phase préliminaire de l'étude avait déjà apporté quelques éléments qui laissent penser que la résolution de ce type d'évènement pouvait s'avérer complexe et extrêmement coûteuse en temps.

Le chirurgien Ca évoquait dans son entretien que la perte d'une aiguille peut obliger à retirer le robot et à convertir l'intervention en chirurgie ouverte pour retirer l'aiguille car il est très difficile de la retrouver avec le robot.

5.5.1 Description de l'évènement

Cet évènement dure 387 secondes (soit un peu plus de 6 minutes) entre le changement d'instrument sur les bras du robot afin d'installer les porte-aiguilles nécessaires à la suture du plexus de Santorini et sa résolution : la confirmation de la présence de l'aiguille hors du patient et la reprise de l'acte chirurgical.

Ces 6 minutes sont perdues dans l'intervention, tant que l'aiguille n'est pas retrouvée, impossible d'avancer. Dans une situation nominale, le passage de l'aiguille dans le ventre du patient pour commencer la ligature du plexus de Santorini ne prend que quelques secondes.

Ici, nous allons assister à une erreur de l'interne qui, après avoir installé les porte-aiguilles sur le robot, se trompe de trocart pour passer l'aiguille de l'extérieur vers l'intérieur du patient. En passant par le trocart de 5, dont le diamètre n'est pas adapté, il va perdre l'aiguille. Il annonce alors son erreur à l'équipe. La série d'évènements qui en découle va engendrer un nouveau problème. Une perte de pression intra-abdominale (le pneumopéritoine¹⁹) due à une fuite de gaz va alors fortement compliquer les tâches de l'interne et par conséquent celles du chirurgien. Ces deux problèmes corrélés viennent alors se superposer et doivent être résolus simultanément.

En Annexe 5 la chronologie détaillée de cet évènement ainsi que les commentaires qu'en font le chirurgien et l'IBODE au cours de leur entretien d'auto-confrontation sont détaillés. L'Annexe 6 présente la retranscription des échanges verbaux au bloc opératoire en reprenant également les marqueurs chronologiques.

La suite de cette étude de cas fera référence aux évènements qui s'y sont produits en fonction de leurs marqueurs chronologiques exprimés en secondes (par exemple (42) pour l'évènement qui s'est produit à la 42^{ème} seconde de cet épisode).

L'équipe est composée d'un chirurgien (C2) et d'une IBODE instrumentiste (IBODE 2) expérimentés qui travaillent régulièrement ensemble et utilisent le robot depuis plus de dix ans. L'interne (I2) est en deuxième semestre. C'est sa première prostatectomie radicale et parmi ses premières interventions avec le robot. L'IBODE circulante est une ancienne IDE expérimentée mais qui a commencé le travail avec le robot seulement depuis quelques mois. L'équipe est donc hétérogène en termes d'expérience, ce qui est courant au CHU et inhérent au rôle formatif de celui-ci.

Nous traiterons d'abord en détail de la recherche de l'aiguille, puis, nous nous focaliserons sur la résolution du problème connexe, à savoir la perte de pneumopéritoine. Nous avons choisi, pour des raisons de clarté des propos, de différencier les commentaires descriptifs de ceux analytiques en distinguant ces derniers par l'usage de la couleur bleu lorsque cela était nécessaire.

¹⁹ Le pneumopéritoine est obtenu par injection de CO₂ dans le ventre du patient. Il est auto-régulé par une pompe et ainsi maintenu à une valeur constante choisie par le chirurgien. Il est nécessaire d'avoir un pneumopéritoine suffisant pour maintenir la paroi abdominale en tension laissant ainsi un espace de travail suffisant pour manipuler les instruments. Dans le cas d'une fuite trop importante, l'auto-pompe ne peut plus compenser la perte de gaz ce qui engendre de nombreux problèmes connexes.

5.5.2 La recherche de l'aiguille. Les évènements saillants de cet épisode.

À (38), (42) et (46), l'interne annonce son erreur en parlant de plus en plus fort. C'est à (49) que le chirurgien prend conscience de la perte de l'aiguille.

En auto-confrontation, C2 commente : *« J'attends. (...) Et puis il me dit pas. (...) je me dis « ben c'est bizarre, il m'a tout installé et j'ai pas le fil qui vient » donc je me demande ce qui se passe et c'est là où il me dit qu'il a fait une connerie. »*

À (64), I2 annonce à l'équipe que l'aiguille est dans le trocart, tout le monde entend clairement le message et C2 annonce que c'est une « bêtise ». *À ce stade, nous ne savons pas si l'aiguille a été vue par l'interne dans le trocart ou bien s'il imagine qu'elle est dans le trocart en fonction de ce qu'il connaît de son erreur.* Dans le même temps l'IBODE tente de jeter un coup d'œil dans le trocart mais ne voit pas l'aiguille.

IBODE 2 : « Là j'essaye de voir si le trou... si je vois l'aiguille. I2 me dit « elle est dans le trocart ». Mais bon euh ... J'espère moi aussi qu'elle est dans le trocart parce que perdre une aiguille dans le patient c'est compliqué. »

À (65), C2 oriente la caméra endoscopique du robot vers le trocart de 5 et entame une recherche visuelle méthodique au pied du trocart.

C2 : « Je me dis « là on a un problème, il faut absolument qu'on retrouve l'aiguille ». Donc là je vais regarder au pied du trocart, je cherche partout là en bas. »

Ces quelques secondes montrent que le chirurgien ne se repose pas sur l'information donnée par l'interne débutant pour prendre la décision de commencer la recherche de l'aiguille. Il choisit de faire « comme si » elle était tombée du trocart.

C2 : [je cherche l'aiguille] « comme si elle était tombée du trocart. Si elle tombe du trocart, elle tombe là, déjà c'est la première chose que je fais de voir si elle est là. Je la vois pas. »

La recherche visuelle infructueuse de l'aiguille qu'a menée C2, assisté de l'interne et de l'IBODE scrutant l'écran de contrôle, l'oriente vers l'idée que l'aiguille se trouve probablement dans le trocart.

À (98), à la suite d'une sollicitation de l'IBODE, l'interne déclare pour la deuxième fois que l'aiguille est dans le trocart. L'IBODE annonce alors qu'elle va amener un autre trocart de 5 tandis que C2 donne un certain nombre d'instructions à l'intention de l'interne et de

l'IBODE : retirer le trocart qui est en position sur le patient, dégonfler le ballon²⁰, installer un nouveau trocart de 5.

À (108), C2 demande à l'interne s'il voit l'aiguille, celui-ci jette un coup d'œil au trocart encore installé sur le patient, cette fois la réponse est non. L'interne et l'IBODE exécutent alors les tâches qui leur ont été assignées par le chirurgien. L'IBODE prend le trocart de 5 qui vient d'être extrait du malade et l'observe attentivement sur sa table d'instrument. C2 sort alors la tête du robot (127), regarde l'IBODE et lui demande si elle voit l'aiguille. Celle-ci manipule le trocart pour essayer de le démonter mais n'y parvient pas. Elle ne donne pas de réponse au chirurgien. Elle n'a toujours pas vu l'aiguille. Dans le même temps l'interne introduit le nouveau trocart de 5 dans la paroi abdominale, tandis que C2 reprend le contrôle du robot et commence à guider l'insertion du nouveau trocart de 5.

À (145), l'IBODE annonce qu'elle voit l'aiguille, aucun membre de l'équipe ne confirme la réception de l'information. *Nous ne savons pas si cette information est portée à la conscience collective. Il semblerait que le chirurgien l'ait intégrée puisqu'il dit dans son entretien d'auto-confrontation, pour cet évènement précis :*

C2 : Et donc là je fais confiance à IBODE 2 qui me dit que l'aiguille est dedans.

Cependant, nous ne pouvons l'affirmer car dans cet entretien, C2 connaît la suite des évènements et anticipe parfois sur l'explication des actions qu'il a entreprises ce jour-là. Il nous semble que lors de l'intervention, son attention était tournée vers le guidage de l'interne à cet instant car celui-ci était en difficulté pour introduire le nouveau trocart de 5.

Deux minutes après (275) le trocart est finalement en place et l'intervention reprend normalement. Ce n'est que plus tard (375) que le chirurgien demande si l'aiguille a été retrouvée, l'IBODE le lui confirme. À ce moment, le discours de l'IBODE en auto-confrontation nous éclaire sur ce qu'elle pense de l'attention du chirurgien au moment où elle lui avait déclaré la présence de l'aiguille dans le trocart à (145) :

IBODE 2 : « Je pense qu'il fallait qu'il ait de nouveau la confirmation parce que quand je lui ai dit, c'était un moment de stress, on cherche... »

Chercheur : « Est-ce qu'il a vraiment entendu la première fois où on lui a dit ? »

IBODE 2 : « Oui mais il l'a pas intégré. Il était concentré sur autre chose. »

²⁰ Ballon à la base du trocart qui permet son bon maintien dans la paroi abdominale.

5.5.3 Les enseignements tirés de cet épisode de recherche d'aiguille

L'analyse de la recherche de l'aiguille et de sa résolution nous amène à établir deux constats. Le premier est relatif à un possible facteur concourant à l'apparition de l'erreur. Le second discute des effets du stress et de la surcharge cognitive sur les capacités de l'équipe à surmonter le problème.

5.5.3.1 Une désynchronisation du référentiel opératif commun comme facteur concourant à l'apparition de l'erreur ?

Le chirurgien C2, dès le début du visionnage de l'extrait, lors de son entretien d'auto-confrontation, alors que l'interne annonce qu'il a fait une erreur à l'équipe (42), prend conscience qu'il n'a peut-être pas été assez clair dans son guidage avant la phase de suture du Santorini.

C2 : « Je mets un gros (trocart) c'est pour pouvoir passer les aiguilles dedans. Et en fait, je le dis pas à I2, c'est peut être aussi une faute de ma part ».

On retrouve ici le rôle que joue, dans la prévention de l'erreur, ce guidage proactif orienté vers la description des actions que va devoir entreprendre l'interne dans un futur proche, en amont d'une tâche précise, pareillement à la stratégie d'évitement des conflits (Voir 5.4.5). Dans le cas étudié, avant le passage de l'aiguille à l'intérieur du patient, le guidage du chirurgien est orienté vers le changement d'instrument, il n'évoque pas le choix de trocart :

(0) *Ok. Maintenant tu vas me donner les deux porte-aiguilles.*

À la place des ciseaux et bipolaires, donc le 4ème bras on touche pas.

(Interne retire l'instrument bras 1)

(2) *Alors, les ciseaux aussi.*

(Interne retire instrument bras 3)

(8) *Et même si ça saigne pas beaucoup là on va, on va lier...*

(12) *... le Santorini.*

(Interne introduit instrument bras 3)

(21) *Parfait.*

(22) *Le fil avec.*

(Interne introduit instrument bras 1)

(35) *Ok.*

(37) *Et le Vicryl® (Fil + aiguille).*

Cette omission pourrait être due à la préoccupation du chirurgien liée à ce changement d'instrument. Les discours de l'IBODE et du chirurgien à propos de la méthode à employer pour effectuer ce changement montrent une rupture du référentiel opératif commun. Récemment le chirurgien et l'IBODE ont constaté, chacun de leur côté, des erreurs de manipulations qui auraient pu avoir des conséquences graves. Mais leurs conclusions diffèrent. Pour le premier, l'IBODE doit se déplacer vers le bras 4 en faisant le tour du chariot patient afin de changer l'instrument du bras 3 tandis que l'interne change le bras 1.

C2 : « Régulièrement, le 4^{ème} bras... enfin ça arrive, c'est arrivé encore y a pas longtemps, de temps en temps ils me le retirent. Normalement il faut pas le retirer. Et des fois, en fait ce 4^{ème} bras-là, normalement il tient la prostate. Il tient la prostate dans l'exposition. Et c'est arrivé encore, en plus avec une infirmière expérimentée, qui s'est plantée, qui m'a retiré le 4^{ème} bras au lieu de retirer le truc. L'idéal normalement aurait été que... tu vois ça je le vois là... c'est que l'infirmière aurait dû passer de l'autre côté du malade, là, pour mettre [...] l'instrument. En fait là c'est I2 qui fait tout. Pour gagner du temps en fait... »

Pour l'autre, faire le tour fait non seulement perdre du temps mais provoque une déconcentration qui, associée à la proximité physique avec le bras 4, seraient à l'origine du risque d'erreurs de manipulation.

IBODE 2 : « Faut faire tout le tour pour après revenir donc en fait finalement je trouve qu'on n'y gagne pas forcément, vu le temps et puis le risque d'erreur de dédocking le bras 4 qui doit rester en place. [...] Le fait de passer de l'autre côté c'est un risque de prendre le mauvais bras dans la précipitation [...] C'est source d'erreur. »

Ces approches différentes ne semblent pas avoir été discutées dans le collectif à l'heure où les entretiens d'auto-confrontation ont été menés. Dans la situation étudiée, la préoccupation du chirurgien par rapport à ces problèmes et sa vigilance quant aux actions de l'équipe vis-à-vis du bras 4 pourraient être des facteurs ayant pu dégrader la qualité de son guidage proactif.

Un autre point attire également l'attention ici. L'interne est chargé du changement des deux instruments puis du passage de l'aiguille. Dans le même temps, le chirurgien le guide proactivement. Il est alors légitime de s'interroger sur la disponibilité attentionnelle de l'interne pour percevoir et comprendre le discours du chirurgien alors qu'il accomplit simultanément des tâches complexes. Un guidage dédié au changement d'instrument suivi d'un guidage pour le changement d'aiguille, une fois les instruments installés, nous apparaît comme une solution pouvant limiter la surcharge cognitive de l'interne.

5.5.3.2 Des facteurs de stress et de surcharge cognitive venant altérés la communication ?

Nous l'avons vu, la confirmation par l'IBODE de la présence de l'aiguille dans le trocart à (145) ne semble pas avoir été portée à la conscience collective malgré une communication forte et claire. Le chirurgien ne confirme pas la réception de l'information et interroge l'IBODE sur la présence de l'aiguille dans le trocart près de 4 minutes plus tard lorsque l'intervention reprend un caractère nominal.

Rappelons qu'à ce moment (145), C2 est fortement occupé par le guidage de l'interne pour l'insertion du nouveau trocart de 5 qu'il juge critique :

C2 : « C'est dangereux parce que si jamais il part d'un coup, il peut me planter le trocart dans le colon ou dans l'intestin grêle. C'est un interne qu'à pas forcément l'habitude, je suis extrêmement méfiant. »

Ici, nos travaux, couplés aux données physiologiques recueillies par l'autre équipe de recherche présentée en 4.2.1 (Lechappe, A., master 2 à l'UBO sur le terrain) lors de la prostatectomie radicale 2, apportent un éclairage sur l'impact du stress et de la surcharge cognitive (charge mentale dans leurs travaux) sur les capacités attentionnelles et communicationnelles du chirurgien. Ils ont noté dans leurs travaux, pour cet épisode particulier de la perte d'aiguille, une augmentation significative du niveau de conductance électrodermale, c'est-à-dire de l'activité électrique biologique enregistrée à la surface de la peau représentative de l'activité de sudation. Cette augmentation est associée dans la littérature à une augmentation du stress et de la charge mentale qui pourraient être liée à l'évènement en cours (Lechappe & al. 2020)²¹.

Nos données en entretien d'auto-confrontation viennent corroborer cet état de stress, voire d'énervement :

C2 : Ça m'énerve qu'il mette deux minutes pour mettre le trocart au bon endroit.

Ce moment de stress est corrélé à la réalisation d'une double tâche comme nous l'avons vu précédemment : la gestion de l'insertion du trocart avec la recherche de l'aiguille.

Nous pensons donc que cette augmentation du stress et de la charge mentale viendrait impacter directement les capacités d'attention du chirurgien (la perception des messages qui lui sont adressés) et les capacités de communication (la possibilité de prendre la parole) pouvant ainsi dégrader la performance collective.

²¹ Une fiche explicative de l'interprétation des données de conductance électrodermale nous a été fournie par Lechappe, A. en Annexe 7.

5.5.4 La perte du pneumopéritoine : un exemple de méta-coopération

Nous l'avons vu, la recherche de l'aiguille implique que le chirurgien oriente sa caméra vers le trocart d'aide de 5 à partir de (65). Or cette orientation de la caméra a des effets sur le pneumopéritoine car le bras de l'endoscope vient tirer de manière exagérée sur son trocart produisant une fuite. De plus, le retrait du trocart de 5 à (125) vient augmenter la perte de CO₂ dans la cavité abdominale. C2 sollicitera I2 pour mettre son doigt sur le trou à (124) mais il est alors occupé à préparer le nouveau trocart de 5 et n'accèdera pas à la demande du chirurgien sans que celui-ci en soit informé. La pompe n'a alors plus la capacité de compenser ces pertes de pression avec pour effet le relâchement de la peau du patient. Celle-ci se met à descendre le long des trocarts ce qui complique fortement la tâche des opérateurs en particulier celle de l'interne puisqu'il doit introduire un nouveau trocart dans une peau complètement détendue.

C2 : « Quand on est, les instruments très tournés et qu'il n'y a plus de pneumopéritoine, ben la peau du malade elle redescend, parce qu'il est gonflé d'air, donc là il y a moins de gaz. Et du coup tu te retrouves, comme les bras sont fixes, ils bougent pas, tu peux avoir la peau qui va descendre le long du bras comme ça et le trocart qui va sortir du malade. »

C2 : « Je m'aperçois aussi d'une chose, c'est que là il pousse, tu vois, et il écrase la paroi dans le malade. Donc je me dis là, il y a un problème, c'est qu'il y a pas assez de pneumopéritoine. »

À (212), le chirurgien perçoit le problème de pneumopéritoine. Il est même probable qu'il l'ait anticipé mais que les conditions devenaient alors inacceptables pour travailler (les explications précises qu'il fournit lors de l'auto-confrontation au sujet des conséquences du mouvement de la caméra endoscopique sur le pneumopéritoine laissent présager qu'il envisageait l'apparition de ce problème de pression lors de l'intervention).

C2 : « Tu vois là je m'aperçois que quand il bouge, y a beaucoup de muscle qui bouge avec c'est pas normal. Là... et là, c'est là où je m'en rends compte. »

C2 décide alors de tout stopper, sort la tête du robot et demande qu'elle est la valeur du pneumopéritoine et pourquoi elle est si basse. Le destinataire de ce message n'est pas clairement identifié. L'IBODE lui donne la valeur du pneumopéritoine puis prend l'initiative de décrire la situation à l'extérieur du robot.

IBODE 2 : « Alors moi je décris... en fait sur les trocarts, il y a une bague noire, la bague noire doit être dans la paroi. Et après il y a une bague au-dessus, une bague en-dessous de cette grosse bague noire épaisse. Et donc si je vois la bague noire au-dessus de la paroi, si

on compte l'épaisseur de paroi je me dis, bon ben ça se trouve le bout de trocart, il est à moitié sorti, ça peut faire une fuite. La fuite venait peut-être pas de là mais bon, il était pas en place ».

Elle motive cette prise d'initiative par le besoin de compenser le manque d'information dont dispose le chirurgien à propos de la situation à l'extérieur du patient.

IBODE 2 : « Lui (C2), il voit pas, il faut lui décrire. On est ses yeux puisqu'il voit pas ce qui se passe sur le patient ».

Tout en décrivant la situation, elle vient prendre une information tactile sur chaque trocart pour vérifier si du gaz s'échappe. Pendant ce temps, le chirurgien et l'interne tentent à nouveau d'insérer le nouveau trocart de 5.

IBODE 2 : « Là je touche voir s'il y a une fuite au niveau du trocart optique. [...] Je checke chaque trocart. [...] On sent quand il y a une fuite de gaz, on sent l'air qui passe. Souvent le trocart optique, suivant l'orientation [...], ça peut générer des fuites aussi ».

Elle annonce l'origine de la fuite à (250) puis elle vient la colmater avec son doigt, sans en informer le chirurgien, pendant que lui et l'interne tentent toujours d'insérer le nouveau trocart de 5.

Nous voyons ici se dessiner, les apports des méta-connaissances dont dispose l'IBODE à propos des besoins d'information et d'aide de C2, qui caractérisent la méta-coopération. L'IBODE connaît les limitations qu'impose le robot au chirurgien et les difficultés qu'il rencontre (voir également les verbatim de l'IBODE en 5.5.2 lorsqu'elle évoque les besoins attentionnels du chirurgien qui peuvent dégrader l'intégration des informations). Elle prend donc des initiatives cohérentes avec les besoins du chirurgien, donner de l'information et colmater la fuite, sans demande directe de la part de C2. De son côté le chirurgien sait que l'IBODE va engager des actions de ce type lorsqu'il a annoncé la perte du pneumopéritoine.

C2 : « Je leur dis il y a un problème de pneumopéritoine, donc elle (IBODE 2) regarde où est-ce qu'il y a une fuite. »

Cela lui libère des ressources attentionnelles pour gérer l'insertion difficile du nouveau trocart de 5 avec l'interne.

Ce type de coopération qui implique une grande connaissance des besoins et des capacités des autres membres de l'équipe, repose sur une expérience partagée importante. En effet le chirurgien et l'infirmière travaillent régulièrement ensemble depuis plus de 10 ans. Il apparaît clairement que cette méta-coopération est un facteur facilitant la résolution d'un problème complexe. Elle semble même venir compenser des défaillances de communications, probablement dues au stress et à la charge mentale engendrées par la situation critique

(messages non-adressés, réception d'information non-confirmée, initiative d'action non-annoncée), par le déploiement de compétences spécifiques en réponse aux exigences techniques de la situation tout en y intégrant les dimensions humaines du collectif : les besoins des autres opérateurs.

5.5.5 Une démarche hypothético-déductive qui s'appuie sur l'expérience

L'analyse de l'enchaînement de ces événements (la perte d'aiguille puis de la perte de pneumopéritoine) et des communications au sein de l'équipe révèlent que les considérations de l'interne à propos de la localisation de l'aiguille perdue sont peu prises en compte par le chirurgien. Nous le constatons, l'information que ce débutant partage avec le collectif est imprécise et contradictoire. Par deux fois il confirme la présence de l'aiguille dans le trocart, puis finalement se rétracte.

(61) **C2** : *Attends, l'aiguille est dedans ou pas ?*

(63) **IBODE 2** : *Elle est dans le trocart là ?*

(64) **I2** : *Ouais, elle est dans le trocart.*

(96) **C2** : *Et elle est dans le trocart ?*

(98) **I2** : *Ouais.*

(108) **C2** : *Tu la vois dedans ou pas ?*

(111) **I2** : *Non, je la vois pas non.*

Pour retrouver l'aiguille, le chirurgien semble plutôt s'appuyer sur un raisonnement issu de son expérience. Ce raisonnement se base sur l'émissions d'hypothèses successives dont la confirmation / infirmation s'appuie sur la prise d'information dans son environnement de travail et la comparaison avec des événements déjà vécus.

Si lui-même ne voit pas l'aiguille, alors il considère l'hypothèse la moins favorable, la perte de l'aiguille dans la cavité abdominale.

C2 : « Tant qu'on la pas vue je sais pas où elle est, moi. Donc par définition je considère qu'elle est perdue dans le malade, enfin par défaut. »

Le chirurgien oriente donc la caméra vers la base du trocart de 5 pour rechercher l'aiguille au pied du trocart. Tout en effectuant cette recherche, il cherche à affiner son

diagnostic par des questionnements précis dirigés vers l'interne. Il ne s'agit pas de savoir directement si oui ou non l'aiguille est dans le trocart mais de déceler des indices orientant sa démarche hypothético-déductive.

C2 : « Après je lui demande s'il a le fil ou s'il a le bout de l'aiguille. »

Il reçoit alors la confirmation que l'aiguille est dessertie, ce qui oriente le chirurgien vers une nouvelle question.

C2 : « Alors ça très bien mais après c'est de savoir si elle s'est plantée dans la paroi du trocart ou pas. »

Le chirurgien fait alors l'hypothèse qu'elle est coincée dans le trocart de 5 et prend la décision de le retirer afin d'y faire rechercher l'aiguille.

C2 : « Je lui demande de retirer le trocart pour vérifier que l'aiguille est bien dedans. »

La confirmation de la présence de l'aiguille dans le trocart vient clore la démarche de recherche de l'aiguille.

C2 : « Elle est plantée dans le trocart, elle est pas perdue dans le malade, elle est en dehors du malade donc après je m'en fous. »

Le retrait de ce trocart implique la pose d'un nouveau trocart de 5.

C2 : « Le trocart par contre il pourra pas resservir parce que l'aiguille, elle est en plein milieu, donc il faut qu'il me remette un deuxième trocart. »

La mise en œuvre de ce raisonnement à base d'hypothèses que le chirurgien vient confirmer ou infirmer est sous-tendu par certains constats faits en amont. En particulier l'abondance des saignements liés à la section du plexus de Santorini.

C2 : « Je savais déjà quand il (interne) avait bugué le trocart que ça saignait pas. »

Le chirurgien évoque alors une autre stratégie envisageable si un saignement abondant s'était présenté.

C2 : « Et si ça avait saigné beaucoup, j'aurais d'abord suturé pour arrêter le saignement avant de m'occuper du trocart. »

La variété des situations problématiques rencontrées par le chirurgien au cours de sa carrière semble venir alimenter un catalogue « des possibles » lui permettant la mise en place de stratégies adaptées aux situations et ainsi anticiper les éventuelles conséquences néfastes des erreurs commises.

C2 : « Et des fois, alors souvent ça saigne pas beaucoup, comme ça, mais il y a des patients chez qui ça saigne vachement et si j'avais perdu comme ça dix minutes, tu vois, pour remettre le trocart, enfin peut-être 5 minutes, et là je me serais retrouvé avec une grosse flaque de sang. »

C2 : « Ça arrive de temps en temps, ça arrive rarement mais ça peut arriver que tous les trocars sortent, ça m'est arrivé une ou deux fois où en fait tout est en l'air parce qu'il n'y a plus de pneumopéritoine. Y a plus de gaz dans le malade. »

C2 : « Parce que si l'aiguille elle tombe dans le malade, [...] des fois on met ½ heure à la retrouver. »

Le vécu de problèmes passés vient enrichir l'expérience et devient référence pour la prise de décision en situation-problème. Prise de décision qui s'appuie alors sur un raisonnement hypothético-déductif.

C2 : « Tu vois j'ai eu l'étape là de dire faut que je retrouve l'aiguille, c'est le plus important, on a retrouvé l'aiguille parfait. Après ça saigne pas donc je me dis, je me réinstalle. Mais si j'avais eu un saignement, par exemple si là je voyais que ça saignait beaucoup, ok, tu retires, tu m'amènes une aiguille avec l'autre trocart, on fait la suture et après je me serais occupé de l'autre trocart. »

Nous constatons donc que la résolution de ce problème repose sur la mise en œuvre de connaissances expérientielles au sens de Rogalski et Leplat (*Op. cit.*) et s'adosse à un raisonnement hypothético-déductif. Ce type de raisonnement semble tout de même coûteux cognitivement. Nous l'avons constaté, la qualité des communications est parfois dégradée au cours de l'évènement. Il serait nécessaire de comparer la résolution d'une perte d'aiguille similaire en présence d'un chirurgien moins expérimenté pour découvrir les stratégies qu'il mettrait en œuvre et ainsi discuter l'éventuel gain de fiabilité qu'apporte les connaissances expérientielles et un raisonnement hypothético-déductif que nous supposons caractéristiques des opérateurs expérimentés.

Cependant, la perte d'aiguille à laquelle nous avons assistée est résolue assez rapidement²² (6 minutes) et sans conséquences sensibles pour le patient. Les connaissances expérientielles, les méta-connaissances et les démarches hypothético-déductives développées par le chirurgien et l'IBODE semblent y avoir joué un rôle important contribuant à la fiabilité du système.

5.5.6 Une remarque visant la disposition du bloc opératoire

À (38), l'interne commet l'erreur. Dans les secondes qui précèdent et qui suivent cette erreur, l'IBODE assiste et regarde ce que fait l'interne en étant vigilante à la bonne réalisation

²² Cf. le discours du chirurgien Ca qui évoquait la conversion de l'intervention en chirurgien ouverte ou bien le discours du chirurgien C2 qui évoque ½ heure pour retrouver une aiguille perdue.

de ses gestes. Au moment où l'interne doit passer l'aiguille par le trocart de 5/12 et qu'il se trompe, l'IBODE tourne très momentanément le dos pour réaliser une tâche qui lui revient, le nettoyage de la bipolaire.

IBODE 2 : « Le temps est très court. J'en profite pour nettoyer ma bipolaire qui est souvent encrassée. Parce que le temps où il met son fil là... Du coup... je regarde pas ce qu'il fait... je nettoie ma bipolaire... Voilà. »

Nous nous interrogeons sur la position de la table d'instrument sur laquelle l'IBODE pratique ses tâches de nettoyage et de préparation d'instrument. L'orientation dos à l'interne favorise-t-elle la surveillance non-intrusive de l'IBODE sur l'interne ?

6 Discussion

Un certain nombre de problèmes liés à l'utilisation des robots sont reconnus depuis quelques années dans la littérature spécifique tels l'encombrement, la limitation du champ opératoire ou encore la complexité du changement d'instruments (Hubert, 2007). Cet encombrement et cette complexité déterminent un certain nombre des difficultés rencontrés par les aide-opérateurs pour réaliser leurs missions. De même, la rupture du contact visuel avec à la fois le reste du personnel et le patient, est jugée limitante par l'équipe commanditaire, que ce soit pour l'utilisation du robot que pour la formation des internes. Nous précisons que la vision est restreinte à l'intérieur même du patient par le champ de la caméra endoscopique. Le chirurgien et l'interne ne voient donc pas la totalité de leurs propres instruments. Cette rupture engendre des effets sur la communication au sein des équipes chirurgicales comme suggérer dans les travaux de Cunningham et al. (2013), notamment un accroissement des échanges susceptible d'augmenter le risque d'erreur. Ces éléments limitants, inhérents à la conception du robot, viennent impacter directement le travail en introduisant de nouvelles problématiques à celles d'ordre strictement chirurgical et menacent la fiabilité du système socio-technique. En effet les conséquences sur le travail individuel et collectif de ces éléments ne sont à ce jour pas clairement identifiées et leur gestion efficace en situation repose en partie sur des compétences développées « sur le tas », caractéristiques des personnels expérimentés et difficilement transmissibles. Les apprentissages théoriques, scientifiques et techniques, qu'ont reçu les personnels débutants ne leur permettent pas d'opérationnaliser de manière totalement satisfaisante leurs connaissances (anatomiques et chirurgicales pour les chirurgiens) dans la réalité du travail robot-assisté.

Afin d'apporter des précisions à propos de ces compétences d'experts qui semble contribuer à la fiabilité du système socio-technique, notre recherche s'est focalisée sur les processus cognitifs individuels et collectifs déployés dans des équipes d'expérience variée. Pour y parvenir, nous avons étudié la gestion de deux évènements en situation de travail : les conflits entre instruments et la perte d'une aiguille.

La perte de contact visuel amène le chirurgien à construire une représentation mentale de la situation globale par la perception et la sélection d'informations pertinentes dans l'environnement qui lui est directement accessible (visuel via la caméra endoscopique et sonore via les microphones et haut-parleurs du robot). Cette sélection d'informations pertinentes au regard des exigences de la situation, n'est en aucun cas spontanée, elles relèvent de compétences qui semblent acquises au cours de l'expérience.

Pourtant, la qualité de cette représentation mentale influe sur les capacités de projection et donc sur les prises de décision des chirurgiens. Or, il apparaît que les chirurgiens doivent faire des efforts pour construire mentalement une image précise de leur environnement de travail augmentant ainsi la charge mentale. Lors d'évènements indésirables (conflits entre instruments par exemple), le stress induit par les possibles situations d'échecs additionné à la charge mentale due aux efforts de représentation de l'environnement de travail, notamment ce que fait ou ne fait pas l'interne, pourraient influencer négativement sur les capacités attentionnelles et communicationnelles des chirurgiens. Ils deviennent alors moins disponibles pour répondre aux demandes de l'équipe ou pour donner des instructions. Ce manque de disponibilité engendre alors un stress supplémentaire pour l'équipe et vient alors, tel un cercle vicieux, renforcer les difficultés du chirurgien pour se construire une conscience de la situation de qualité. Ceci peut éventuellement mener l'équipe à connaître des échecs (lors de la pose d'un clip par exemple) ou encore à commettre des erreurs. Nous le voyons, la fiabilité des équipes est menacée par les limitations imposées par le robot mais leurs capacités de résilience viennent compenser ces difficultés.

Ainsi, les chirurgiens expérimentés semblent mettre en place des stratégies d'actions bâties sur l'expérience d'évènements antérieurs et s'appuyant sur des compétences en partie incorporées (elles sont activées de manière plus ou moins consciente) pour pallier les effets délétères des limitations associées au robot, notamment cette représentation mentale qui

présente toujours des limites²³. Le déploiement de ces stratégies est activé de manière relativement automatique soit lorsque la situation vécue ressemble à un évènement antérieur similaire, soit par connaissances des difficultés fréquemment rencontrées par les internes débutants. Cette relative automatiser des compétences permet alors au chirurgien expérimenté d'alléger sa charge mentale en anticipant l'apparition des problèmes et en déployant des stratégies qui viennent limiter l'occurrence du risque, concourant ainsi à la fiabilité du système. Cette automatiser « dégage de l'espace pour la mise en place d'organisation de l'activité de niveau supérieur » (Weill-Fassin & Pastré, 2004). Le chirurgien dispose alors de capacités attentionnelles suffisantes pour être disponible et à l'écoute du collectif ce qui favorise l'élaboration d'une conscience collective de la situation grâce à un partage accru des informations au sein du collectif. Cette conscience collective de la situation est en partie garante de la fiabilité du système. À l'inverse, un chirurgien moins expérimenté sera plus orienté vers une construction individuelle de la représentation de la situation. Il aura plus de difficulté à porter à la conscience collective cette représentation car il est concentré sur des tâches qu'il n'a pas la capacité d'effectuer dans ce mode automatique.

Nous l'avons vu, ces stratégies, mises en évidence lors de la gestion de ces conflits, sont rétroactives chez les chirurgiens moins expérimentés là où le chirurgien plus expérimenté dispose de stratégies proactives et rétroactives. Ces données sont cohérentes avec les travaux menés sur le développement des compétences professionnelles avec l'expérience (Weill-Fassin & Pastré, 2004), notamment avec les travaux de Pastré (2005) qui mettent en évidence les liens entre la possibilité de mettre en œuvre des stratégies proactives et le niveau de conceptualisation, aspect qui pourrait être davantage analysé ultérieurement. Elles s'accompagnent dans l'action de guidages pro-actifs qui permettent la création et le maintien d'un référentiel opératif commun. Ces stratégies proactives, ces guidages sont la marque des opérateurs les plus expérimentés et témoigneraient d'un niveau de conceptualisation élevé. Cette conceptualisation est un élément central dans le développement des compétences professionnelles (Rogalski & Leplat, 2011). Le déploiement relativement automatisé de ces stratégies proactives chez le chirurgien expérimenté semble confirmer ce mouvement « de passage d'une coordination agie de l'action à une coordination conceptuelle, accompagnée de prise de conscience. » (Weill-Fassin & Pastré, 2004).

²³ Il nous semble illusoire de penser qu'un chirurgien, même très expérimenté, serait capable de concevoir exactement ce que fait chacun des membres de l'équipe, à chaque instant. Il nous paraît plus judicieux de considérer que la représentation de la situation que se construit le chirurgien est par essence partielle, cela étant inhérent à la nature même d'une intervention robot-assistée dans l'état actuel des technologies disponibles.

Lors de situations critiques (comme la perte d'une aiguille), en situation de résolution de problème, la complexité et le caractère exceptionnel de la situation ne permet pas au chirurgien expérimenté d'activer des automatismes. Il déploie un raisonnement hypothético-déductif, fondé sur la recherche d'informations pertinentes guidée par ses connaissances expérientielles. Ceci lui permet de faire des inférences qui le guide dans la résolution du problème. Ce mode de fonctionnement est plus coûteux cognitivement et associé à un stress plus important en raison des enjeux de santé engagés pour le patient. Ici les longues années de travail coopératifs avec les IBODE de l'équipe, ont permis de mettre en place des compétences méta-coopératives dans le collectif qui viennent compenser les dysfonctionnements associés à la charge mentale (par exemple la diminution de la qualité des échanges verbaux, le manque de partage d'information). La connaissance des besoins et des limites des autres opérateurs permet alors au collectif de travailler dans le cadre d'un référentiel opératif commun qui garantit la fiabilité du système fonctionnant pourtant sous régime dégradé face aux imprévus. Ceci rejoint les conclusions de travaux selon lesquels « les méta-connaissances se différencient en fonction de l'expérience » (Weill-Fassina & Pastré, 2004). Ces structures de représentations de soi et des autres sont le fruit d'une longue expérience de coopération et relève de niveau d'abstraction élevé (Loiselet & hoc, 2001).

Cet ensemble de stratégies proactives, de guidages proactifs, de méta-connaissances et méta-coopération, de raisonnement hypothético-déductif, sont la marque des opérateurs expérimentés et contribuent à l'élaboration d'un référentiel opératif commun. Ces compétences d'experts sont celles qui construisent la résilience de l'équipe face aux défis imposés par le système technique robotique. Cette résilience permet la fiabilité du système socio-technique en limitant l'occurrence des incidents ou l'impact des problèmes inattendus.

Il apparaît, après ces constats, que la formation à l'usage d'un robot chirurgical doit prendre en compte que :

- La dimension de charge mentale du chirurgien est inhérente à la rupture de contact visuel : se représenter l'environnement extérieur du robot ou ses outils dans le patient est cognitivement coûteux, cette représentation est fondamentalement partielle, elle est plus ou moins qualitative en fonction des compétences et de l'expérience.

- Les internes sont également sujet à la construction de représentation mentale de la position de leurs outils à l'intérieur du patient. Ils doivent donc à la fois opérer des tâches complexes, être attentifs aux demandes du collectif et construire cette représentation. Ce qui les expose au même risque de surcharge mentale que les chirurgiens.
- La surcharge mentale, le stress sont des facteurs dégradant les capacités attentionnelles et communicationnelles des personnels et impactent la fiabilité du système.
- Les collectifs résolvent mieux les problèmes lorsqu'ils connaissent les capacités et les limites de leur collègues (méta-coopération). Ceci contribue à une capacité de résilience supérieure.
- Les personnels expérimentés sont détenteurs de savoirs, savoir-faire essentiels qui contribuent à la fiabilité du système socio-technique : stratégies d'action et de guidage proactives, méta-connaissances, connaissances expérientielles.
- Les personnels expérimentés sont des ressources pour la formation mais leurs compétences sont souvent tacites et donc difficilement transmissibles sans un travail préalable.

7 Conclusion

Nous pouvons à présent présenter nos conclusions sous forme de recommandations au regard des apports de nos analyses antérieures.

Pour penser la formation du « permis de chirurgie robotique », nous suggérons qu'il faudrait favoriser la réduction de la charge mentale pour augmenter les capacités attentionnelles et communicationnelles des personnels. Non pas en se focalisant sur comment améliorer la construction des représentations mentales individuelles des futurs chirurgiens (ce qui nous paraît difficile en dehors d'un travail de conception sur l'interface du robot et des ressources informationnelles qu'elle pourrait offrir) mais plutôt en favorisant l'élaboration d'un référentiel opératif commun et d'une méta-coopération dans les collectifs qui viendraient faciliter le travail coopératif. En addition, nous proposons également de s'appuyer sur le partage de stratégies opératives efficaces (guidages proactifs, anticipation des conflits d'instruments) issues des personnels les plus expérimentés en s'assurant de leur compréhension et conceptualisation par les futurs apprenants. Le partage de ces savoirs professionnels de référence avec l'ensemble des

membres de l'équipe concourait à la création et au maintien d'un référentiel opératif commun, à la diffusion de stratégies d'action efficaces, garants des capacités de résilience du collectif. Ces capacités de résilience permettent aux équipes de faire face au réel de leur travail et sont un levier pour l'amélioration de la fiabilité du système socio-technique.

7.1 Les compétences des personnels expérimentés au service de la formation

L'étude menée sur les conflits lors d'une prostatectomie robot-assistée au CHU montre bien à quel point il est difficile de coopérer avec des débutants sur des tâches requérant une grande précision et rendues délicates par les limitations induites par le robot. Il semble qu'à l'heure actuelle, le mode de fonctionnement le plus commun pour les chirurgiens en présence de débutant est de fonctionner sur le mode d'une « coopération dans l'action » caractérisée par la détection et la résolution des interférences de manière réactive. Cependant, on remarque l'existence d'une stratégie proactive chez un chirurgien plus expérimenté qui permet l'élaboration d'un référentiel opératif commun garant d'une meilleure fiabilité du système socio-technique. La comparaison entre les stratégies déployées par les chirurgiens pour faire face aux problèmes de conflits apporte des éléments qui sont à prendre en compte pour la création d'un module de formation. Il serait essentiel d'apporter aux internes avant qu'ils n'accèdent au robot et aux chirurgiens débutants des ressources leur permettant le partage d'éléments cognitifs conceptuels (Qu'est-ce qu'un conflit ? Pourquoi se produit-il ?) et de stratégies opératives qui accélèreraient la mise en place et le maintien d'un référentiel opératif commun (Comment l'éviter ? Le gérer lorsqu'il survient ? Avec quelles limites ? Comment le verbaliser en action ?). Notons que la stratégie d'évitement du conflit repose sur le guidage de l'interne, que celui-ci doit évoluer au cours de sa formation pour intégrer sa progression. Le référentiel opératif commun qu'il s'agit de maintenir doit en effet prendre en compte la zone proche de développement (Vygotski, 1997) de l'interne. Contrairement aux travaux menés à propos du référentiel opératif commun de Loiselet & Hoc, (2001) ou encore du modèle voisin de la conscience collective de la situation de Salas (1995), ici il doit aussi être pensé comme un acte de formation, construit et maintenu grâce à la médiation des personnels expérimentés.

Ainsi, l'objectif serait de développer une approche réflexive²⁴ et constructive sur ces questions permettant la conceptualisation d'éléments favorisant la sélection des informations

²⁴ « Nous parlerons de pratiques réflexives pour désigner cette forme de réflexion sur l'action, menée en dehors du cadre fonctionnel immédiat, et permettant l'analyse critique individuelle ou collective d'une situation de travail singulière ou d'une famille de situation » (Mollo & Nascimento, 2013)

pertinentes disponibles dans l'environnement, la construction de la conscience des difficultés de perceptions sensorielles que rencontrent les uns et les autres, l'élaboration d'un vocabulaire partagé, le partage de stratégies d'action efficaces ou encore la production de stratégies de guidage (proactif et rétroactif) . Ceci peut se faire sur la base des extraits de films produits pour les auto-confrontation utilisés cette fois-ci comme supports formatifs (Vidal-Gomel, 2020) et qui sont d'ores et déjà prêts à l'usage. Il reste évidemment un important travail de transposition didactique des savoirs professionnels de référence qui ont été mis en lumière dans cette étude pour parvenir à une formation.

Nous rappelons ici que l'analyse de l'activité de travail est un moyen d'action formative en elle-même (Vidal-Gomel, 2020). Par exemple, le chirurgien C2, en participant à cette recherche, a été confronté aux traces de son activité. Cela a provoqué chez lui une activité réflexive médiée par le chercheur. Il a alors pris conscience des mouvements de caméra qu'il opère avec les internes débutants. Ceci l'a amené à verbaliser des compétences relativement incorporées permettant ainsi un approfondissement de leur conceptualisation. Nous l'avons évoqué, les chirurgiens partagent fortement sur le plan des techniques d'utilisation du robot. Il est donc à souhaiter que l'exercice auquel s'est soumis C2 lors de cette étude, lui permettra de partager avec d'autres chirurgiens ses compétences, en quelque sorte « redécouvertes », dans le domaine de l'accompagnement et du travail collaboratif avec des internes débutants.

Il est possible, dans ce sens, d'aller plus loin en permettant un partage des compétences individuelles au collectif en mettant en place des allo-confrontations individuelles, croisées ou collectives. (Mollo & Nascimento, in Falzon, 2013, p. 212-215). Elles consistent à confronter un opérateur à une activité qu'il pratique régulièrement mais qui est exercée cette fois-ci par un collègue. Les bénéfices attendus étant des changements de représentation, la prise de conscience d'autres formes de réalisation de l'activité, une analyse critique de ces propres savoirs et savoir-faire et la construction de nouveaux savoirs (*Op. cit.*)

De même, l'épisode de la perte de l'aiguille révèle l'importance des connaissances expérientielles, des besoins de méta-coopération et de construction d'un référentiel opératif commun pour le travail collectif fiable lors de la résolution d'un problème complexe. Nous l'avons constaté, la résolution de cet épisode critique s'est appuyée sur la mise en œuvre de compétences d'experts. D'une part la capacité de construire des raisonnements hypothético-déductifs qui permettent la production d'inférences débouchant sur un diagnostic fiable de la situation. D'autre part, la mise à contribution des méta-connaissances des personnels les plus expérimentés qui autorise le collectif à fonctionner dans un mode méta-coopératif garantissant que chaque opérateur agisse en fonction des attentes, des besoins, des limites de ses collègues

et de celles qui lui sont propres. Ceci permet une coopération confrontative et intégrative (Rasmussen, Brehmer, & Leplat, 1991) du collectif et améliore ses capacités de résilience particulièrement lors de ces épisodes de résolution de problème. Nous l'avons vu, le stress engendré par ces situations est important et la communication entre les personnels peut en pâtir. Les qualités méta-coopératives du collectif deviennent alors capitales pour faire face à la situation de manière fiable.

L'enjeu est donc que ces compétences soient partageables et partagées dans le collectif. L'intérêt de retours diagnostics et réflexifs sur ces événements critiques, nous paraît être un premier moyen de les partager, les discuter et les investiguer plus largement dans les collectifs.

7.2 L'intérêt des retours diagnostics et réflexifs

Nous l'avons dit, nous n'avons pas observé de débriefing. Le personnel en atteste également, le débriefing n'est pas coutume et n'est pas intégré à la culture de la sécurité de cette unité. Pourtant leur mise en place permettrait la création d'espaces formatifs pour les personnels débutants en favorisant l'activité constructive, c'est-à-dire l'apprentissage. Nous rappelons que le débriefing est défini selon Pastré (2006) comme « toutes les séquences qui ont pour but, après l'action, d'amener les apprenants à une analyse réflexive (et rétrospective) de leur propre activité ». Il est « un espace réflexif, un espace de diagnostic où le sujet, en quelque sorte débarrassé des contraintes de l'action peut se lancer dans l'analyse de sa propre activité. » (Parage, 2007, p. 32). Il ouvre des perspectives réflexives sur l'action par la possibilité de reconstituer l'enchaînement des faits par rétro-diction. Comment les faits se sont enchaînés pour arriver à la fin que l'on connaît ?

Cette activité constructive, ce retour sur les actions dans une optique développementale, n'est pas innée et n'est possible que si l'activité de débriefing est médiée par autrui. C'est-à-dire que quelqu'un doit se charger de proposer une méthode, des interprétations hypothétiques des faits évoqués et un cadre d'analyse pour permettre aux acteurs du débriefing de confirmer ou d'infirmer ces interprétations dans un cadre bienveillant (Pastré et al., 2006).

Ces débriefings seraient l'occasion de construire ou de maintenir un référentiel opératif commun, garant de la fiabilité du système socio-technique. Ils seraient également le moyen de créer une mémoire commune autour d'évènements marquants, contribuant ainsi à enrichir la mémoire expérientielle de l'ensemble de l'équipe. Nous rappelons que les cas vécus, par un opérateur ou un pair, de dysfonctionnements précis, de problématiques rares et de leur résolution permettent la construction de l'expérience épisodique. L'ensemble de données

empiriques qu'elles constituent peut servir à l'élaboration d'une base de raisonnement pour la résolution des problèmes nouveaux. (Rogalski & Leplat, 2011)

Il serait intéressant de penser à la place dans l'organisation du travail que l'équipe serait disposée à libérer pour implanter des actions de débriefing. Les modalités de ces débriefings seraient bien sûr à discuter entre chercheurs et professionnels pour mettre au point un système adapté à la structure. Nous rappelons à cette occasion que les méthodes d'entretiens de confrontation aux traces de l'activité déployées lors de cette recherche sont aussi d'excellents outils pour l'organisation de débriefings favorisant le développement des compétences par prise de conscience et conceptualisation.

7.3 La place de la formation dans l'organisation du travail

Nous étions à évoquer la place des débriefings dans l'organisation du travail. Cela nous amène à nous interroger sur la place qu'y prend à l'heure actuelle la formation à l'usage du robot distribuée par son fabricant. Nous l'avons dit, son organisation est difficile et elle se déroule souvent en dehors des heures de travail. Il nous semble donc important d'attirer l'attention des commanditaires sur la dimension que devrait prendre la formation dans l'organisation du travail si les objectifs formatifs plus ambitieux du « Permis de chirurgie robotique » décrits en 3.1 veulent être atteints.

Il nous paraît également recommandé de mettre au point des dispositifs formatifs destinés à l'ensemble des personnels du BO (Chirurgiens, Internes, IBODE), capables de les réunir autour de problématiques communes représentatives des situations de terrain et qu'ils seraient amenés à résoudre en équipe afin de favoriser le développement de méta-connaissances et l'émergence d'une méta-coopération plus amples qui nous l'avons vu sont un enjeu essentiel de la fiabilité des collectifs.

7.4 Perspectives

Il a s'agit pour notre part d'initier une analyse de l'activité de travail des opérateurs en situation d'intervention chirurgicale dans un bloc opératoire équipé d'un robot d'assistance chirurgicale. Nous avons fait des choix en fonction des demandes des commanditaires, de l'accès au terrain, de la disponibilité des personnels, des événements qui se sont présentés à nous, des choix également de littérature qui ont dans l'ensemble guidé nos recueils de données,

nos interprétations et nos conclusions. Ces choix sont évidemment discutables et à discuter pour penser la continuité du projet de « Permis de chirurgie robotique ».

Les résultats que nous présentons ici sont, nous le pensons, une matière première essentielle pour passer aux étapes suivantes de la didactique professionnelle que sont la transposition didactique et la conception (Vadcard, 2016, p. 148) afin de livrer aux équipes de premiers modules / méthodes de formation qui devront faire l'objet d'une évaluation par la suite.

D'autre part, il apparaît également de nouveaux besoins d'analyse du travail. Quelle est la dimension du rôle formatif des IBODE dans le travail coopératif avec les internes ? Quels impacts ont les étapes préopératoires, notamment le docking du robot et l'installation du patient sur la phase opératoire robot-assistée ?

Enfin, une question essentielle demeure, puisque la relation de compagnonnage entre l'interne et le chirurgien, le cœur du dispositif de formation d'un futur chirurgien, n'a pas été étudiée. En particulier la transmission du geste chirurgical opéré au travers de la console de contrôle du robot alors que les deux protagonistes ne peuvent pas s'observer directement.

8 Bibliographie

- ANSM. (2014). *Bilan de l'enquête concernant les robots chirurgicaux Da Vinci de la société Intuitive Surgical*.
- Barthe, B., & Queinnec, Y. (1999). Terminologie et perspectives d'analyse du travail collectif en ergonomie. *L'Année psychologique*, 99(4), 663-686.
<https://doi.org/10.3406/psy.1999.28501>
- Cahour, B. (2003). Accès aux affects en situation d'interaction professionnelle. In J.M.C. Bastien, J.M.C. (Ed.), *Actes des Deuxièmes Journées d'Étude en Psychologie Ergonomique - EPIQUE'2003* (Boulogne-Billancourt, 2-3 octobre), 111-120, Rocquencourt : Inria.
- Caroly, S., & Clot, Y. (2004). Du travail collectif au collectif de travail : Développer des stratégies d'expérience. *Formation Emploi*, 88(1), 43-55.
<https://doi.org/10.3406/forem.2004.1737>
- Cunningham, S., Chellali, A., Jaffré, I., Classe, J.-M., & Cao, C. (2013). Effects of Experience and Workplace Culture in Human-Robot Team Interaction in Robotic Surgery : A Case Study. *International Journal of Social Robotics*, 5, 75-88.
<https://doi.org/10.1007/s12369-012-0170-y>
- Cuvelier, L. (2019). De la sécurité des patients à la résilience des systèmes de soins : Un état de l'art. *Ciência & Saúde Coletiva*, 24(3), 817-826.
<https://doi.org/10.1590/1413-81232018243.05062017>
- Daniellou, F., Boissières, I., & Simard, M. (2010). Les facteurs humains et organisationnels de la sécurité industrielle : Un état de l'art. *Les cahiers de la sécurité industrielle*, 125.
- Endsley, M. R. (1995). Toward a theory of situation awareness in dynamic systems. *Human Factors*, 37, 85-104.
- Endsley, Mica R., & Garland, D. J. (2000). *Situation Awareness Analysis and Measurement*. CRC Press.
- Giboin, A. (2004). Chapitre 6. La construction de référentiels communs dans le travail coopératif. In *Psychologie ergonomique : Tendances actuelles* (p. 119-139). Presses Universitaires de France. <https://doi.org/10.3917/puf.hocj.2004.01.0119>

- Hagen, M. E., Inan, I., Pugin, F., & Morel, P. (2007). Le robot da Vinci® en chirurgie viscérale. *Rev Med Suisse*, 3.
- Hollnagel, E. (2008). Risk+barriers=safety? *Safety Science*, 46(2), 221-229.
<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2007.06.028>
- Hubert, J. (2007). Chirurgie urologique assistée par robot : Principes généraux. *Annales d'Urologie*, 41(6), 298-305. <https://doi.org/10.1016/j.anuro.2007.08.003>
- Hubert, J, Perrenot, C., Trand, N., Felblingere, J., & Perez, M. (2012). Simulation chirurgicale (dv-trainer®) et formation chirurgicale robotique. *e-mémoires de l'Académie Nationale de Chirurgie*, 20, 11(1).
- Hubert, J. (2017). Chirurgie assistée par robot : Principes et indications ; formation et évaluation des compétences. *Bulletin de l'Académie Nationale de Médecine*, 201(7-9), 1045-1057. [https://doi.org/10.1016/S0001-4079\(19\)30424-8](https://doi.org/10.1016/S0001-4079(19)30424-8)
- Inserm (dir.), (2011). Téléphone et sécurité routière. Rapport. XII- 269p. Paris : Les éditions Inserm, (Expertise collective). - <http://hdl.handle.net/10608/220>"
- Lechappe, A, Chollet, M, Rigaud, J., Cao, C.G.L. (2020). Assessment of Situation Awareness during Robotic Surgery using Multimodal Data. In Proceedings of the 2020 International Conference on Multimodal Interaction (ICMI '20), October 25-29, 2020, Virtual event, Netherlands. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA.
- Leplat, J. (1991). Activités collectives et nouvelles technologies. *Revue internationale de psychologie sociale*, 4(3/4), 335–356.
- Leplat, J. (1997). *Regards sur l'activité en situation de travail : Contribution à la psychologie ergonomique*. Presses universitaires de France.
- Leplat, J. (2000). *L'analyse psychologique de l'activité en ergonomie : Aperçu sur son évolution, ses modèles et ses méthodes*. Octarès.
- Leplat, J. (2001). La gestion des communications par le contexte. *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé*. <https://doi.org/10.4000/pistes.3755>
- Leplat, J. (2002). Work process knowledge de Boreham, Samurçay et Fischer. *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé*, 4-2.
<http://journals.openedition.org/pistes/3785>

- Loiselet, A., & Hoc, J.-M. (2001). La gestion des interférences et du référentiel commun dans la coopération : Implications pour la conception. *Psychologie française*, 46(2), 167-179.
- Marc, J., & Amalberti, R. (2002). Contribution individuelle à la sécurité du collectif : L'exemple de la régulation du SAMU. *Le travail humain*, Vol. 65(3), 217-242.
- Mollo, V. & Nascimento, A. (2013). Pratiques réflexives et développement des individus, des collectifs et des organisations. In Pierre Falzon éd., *Ergonomie constructive*. 207-222. Paris, PUF.
- Nascimento, A. (2019). La notion de culture et ses usages dans l'intervention ergonomique : Contributions pour un positionnement critique [Mémoire de synthèse pour obtention de l'HDR]. CNAM.
- Nascimento, A., Cuvelier, L., Mollo, V., Dicioccio, A., & Falzon, P. (2013). Construire la sécurité : Du normatif à l'adaptatif. In Pierre Falzon éd., *Ergonomie constructive*. 103-116. Paris, PUF
- Parage, P. (2007). Ingénierie didactique et analyse de l'activité : initialisation d'une recherche sur l'apprentissage. *Recherche en éducation*, 4, 29-38.
- Pastré P. (2006). Apprendre par l'action, apprendre par la simulation. *Education Permanente*, 168(3).
- Pastré, P., Mayen, P., & Vergnaud, G. (2006). La didactique professionnelle. Revue française de pédagogie. *Recherches en éducation*, 154, 145-198. <https://doi.org/10.4000/rfp.157>
- Pavard, B., & Karsenty, L. (1997). Différents niveaux d'analyse du contexte dans l'étude ergonomique du travail collectif. *Réseaux. Communication - Technologie - Société*, 15(85), 73-99. <https://doi.org/10.3406/reso.1997.3136>
- Rasmussen, J., Brehmer, B., & Leplat, J. (1991). *Distributed decision making : Cognitive models for cooperative work*. John Wiley & Sons.
- Rogalski, J. (1998). Concepts et méthodes d'analyse des processus de coopération dans la gestion collective d'environnements dynamiques. Nancy, PUN.
- Rogalski, J., & Leplat, J. (2011). L'expérience professionnelle : Expériences sédimentées et expériences épisodiques. *Activités*, 08(2). <https://doi.org/10.4000/activites.2556>

- Salas, E., Prince, C., Baker, D. P., & Shrestha, L. (1995). Situation Awareness in Team Performance : Implications for Measurement and Training. *Human Factors*, 37(1), 123-136. <https://doi.org/10.1518/001872095779049525>
- Samurçay, R., & Rogalski, J. (1992). Formation aux activités de gestion d'environnements dynamiques : Concepts et méthodes. *Education permanente*, 111, 227-242.
- Vadcard, L. (2013). Étude didactique de la dialectique du travail et de la formation au bloc opératoire. *Éducation et didactique*, 7, 117-146.
- Vadcard, L. (2016). Didactique professionnelle. Dans : Gérard Valléry éd., *Psychologie du Travail et des Organisations : 110 notions clés*, 146-149. Paris : Dunod.
- Valot, C., Grau, J.-Y., & Amalberti, R. (1993). Les métaconnaissances : Des représentations de ses propres compétences. In Weill-Fassina, A., Rabardel, P., & Dubois, D. (1993). *Représentations pour l'action*. Toulouse, France : Octarès.
- Vidal-Gomel, C. (2020). *Les entretiens de confrontation aux traces de l'activité*. Document du cours « Observation et autoconfrontation ». Master de sciences de l'éducation de l'université de Nantes. Mis en ligne le 23 Octobre 2020.
- Vygotski, L.S. (1997). *Pensée et langage*. La Dispute.
- Weill-Fassina, A., Rabardel, P., & Dubois, D. (1993). *Représentations pour l'action*. Octarès.

9 Annexes

9.1 Annexe 1 : Les FRS

Les fondamentaux pour la chirurgie robotique reposent sur 25 critères mesurables (*cf.* Tableau I) repartis sur les trois phases du processus réalisé au bloc opératoire (pré, intra et post opératoire). Ces critères ont été utilisés pour définir les compétences à acquérir (*cf.* Tableau II) afin d'être habilité à utiliser un robot dans le cadre d'une chirurgie aux États-Unis. Ces compétences sont regroupées en trois grands ensembles, connaissances théoriques, compétences psychomotrices et formation au travail en équipe.

Tableau II : FRS, Critères mesurables

Pre-operative	Intra-operative	Post-operative
System settings	Energy sources	Transition to bedside assistant
Ergonomic positioning	Camera control	Undocking
Docking	Clutching	
Robotic trocars	Instrument exchange	
Operating room set-up	Foreign body management	
Situation awareness	Multi-arm control	
Closed-loop communications	Eye-hand instrument coordination	
Response to system errors	Wrist articulation	
	Atraumatic tissue handling	
	Dissection – fine and blunt cutting	
	Needle driving	
	Suture handling	
	Knot tying	
	Safety of operative field	

Tableau III : FRS, Compétences à acquérir pendant la formation

Cognitive	Psychomotor skills	Team training
Lecture and video	Physical test device	Interdisciplinary team
Introduction to robotic systems	Single integrated device	WHO pre-operative checklist
Pre-operative activity	3D working space	Robotic-specific communication
Intra-operative activity	Based on existing validated tasks	Post-operative debriefing
Post-operative activity	Affordable design	Team crisis response
Each activity includes goals, conditions, standards, metrics, errors	High fidelity for examination, lower fidelity for training	
	Ease and reliability of scoring	

9.2 Annexe 2 : Fiche technique d'intervention pour une prostatectomie radicale

FICHE TECHNIQUE D'INTERVENTION PROSTATECTOMIE RADICALE ROBOT ASSISTEE		Diffusion et publication Intranet :	
Processus : Organisation de la prise en charge du patient Rubrique de classement : Interventions		Page 1 / 4	V n° 1 04/06/2020

BLOC : UROLOGIE

Classe d'Altemeier : 1

Temps d'intervention : 180

DEFINITION

Ablation de la glande prostatique dans son ensemble avec les vésicules séminales et la portion d'urètre qui la traverse après que des biopsies de prostate aient mis en évidence une tumeur maligne.
Puis réalisation d'une anastomose vésico-urétrale.

TYPE D'ANESTHESIE :

Anesthésie générale

INSTALLATION DU PATIENT

Vérification des bas de contention.

- Décubitus dorsal.

- **Plateau universel + tétière**

- Bras dans des **gouttières**, protégés par des gélatines.

- **Epaulières+ comfeel** sur les épaules.

- Jambes écartées, sur **bottes**, abaissées à 90°

- **Translation au maximum de la table vers la tête.**

⚠ à faire avant le trendelenburg

- **Trendelenburg** avant l'avancée du chariot patient.

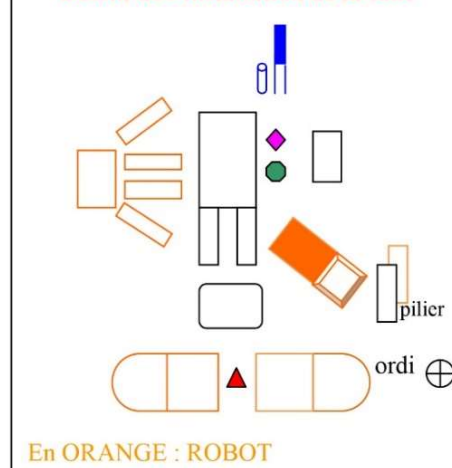
- Fesses au bord de la table.

- **Gélatines** sur points d'appuis.

- Champ opératoire : mamelon – mi cuisse

⚠ **Vérifier les points de compressions**

Dessin de l'installation de la salle



LE MENU CHOISI EST LE MODE « PELVIQUE »

PREPARATION DE L'INTERVENTION :

MATERIEL :

EQUIPEMENT BIOMEDICAL :

- Si panne du bistouri électrique propre à la console robot, prévoir BE valleylab ForceTriad et câble de connexion entre BE valleylab Force Triad et console robot
- Réglages BE :
Bipolaire autostop off effet 3
Monopolaire : forced coag effet 2
- Colonne robot (BE intégré)
- Console chirurgien X2
- Chariot patient
- Gouttières, épaulières
- Aspiration
- Table pont

DRAPAGE :

- Trousse pelviscopique laparoscopique
- Poches à instruments x 1
- Champ latéral adhésif x1
- Jambières
- Champ sous fessier
- Champ de table x 3
- Bandes collantes
- Canadiennes x 5

REDACTEUR HJ	Visa	VERIFICATEUR Chirurgien	Visa	APPROBATEUR Conseil de Bloc	Visa	Date Application
-----------------	------	----------------------------	------	--------------------------------	------	------------------

MATERIEL STANDARD :

- Gants
- Badigeons*2
- Compresses non radio opaques
- Compresses 32 épaisseurs radio opaques
- Compresses abdominales*
- Plaque BE
- Cupules plastiques x2
- BE
- Lames 11+23
- Poignée de scialytique
- Sérum physiologique
- Savon antiseptique adapté au patient
- Antiseptique adapté au patient
- Stéristrips® larges
- Pansements

MATERIEL SPECIFIQUE :

<p>BOITES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Accessoires robot • 1 porte aiguille robot(large needledriver) • Pincers robot <p>Dedans il y a :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1 pince fenêtrée robot(prograsp forceps) - 1 paire ciseaux robot (monopolar curved scissors) - 1 pince bipolaire robot(maryland bipolair forceps) - 1 porte aiguille robot(large needledriver) • Boite coelio • Laparotomie * • Clamps vasculaires * 	<p>CONSOMMABLES</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 sonde rectale + poche • Cupule 500 mL • 2* Sonde vésicale de Foley siliconée Ch 18 + poche urinaire + gel xylocaïne+ sg10 + eau • Filtre • Trocart 5/12 complet • 1 trocart 5 à ballonnets 75mm • Ciseaux de coelioscopie * • 1 laveur aspirateur pour coelioscopie • 1 (ou 2 si curage) sac extracteur 10 mm ref 332800 200ml largable • 1 drain de Redon 16 Ch * • 1 seringue de Guyon • Drapage colonne ref 470341 • 4* Drapage bras ref 470015 • 4* Réducteurs 5/8 ref 470361 • Mandrin pointu UU ref 470357 • 1 protection ciseaux ref 400180
<p>SATELLITES</p> <p>si conservation nerfs érecteurs</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2 pince à clips métalliques diam 5 * (pince Braun Aesculap) • 1 pince à hem o lok verte longue * <p>si non conservation ou curage</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 pince à Hem o lok violet longue 	<p>LIGATURES-SUTURES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recharges Hem o lok vert et violet* • Recharges clips Braun 5mm * <p>Santorini :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tressé résorbable Type Vicryl® 0 • aig 26 courbure ½ longueur 1 trocart de robot (20 cm) <p>Anastomose vésico-urétrale :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2*Fil résorbable Type V-Loc 180 3/0 15 cm Mis l'un dans l'autre <p>Fermeture :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tressé résorbable Type Vicryl® 0 aig 26 courbure 5/8 • Monofil résorbable Type Monocryl® 4/0 ▲ aig 19
<p>STERAD</p> <ul style="list-style-type: none"> • Optique 0 °robot 	

DOCUMENTS A PREPARER

- feuille d'écologie
- feuille stérilisation matériel robot
- bon anatomopathologie + étiquettes

**Vérifier le dossier patient****DEROULEMENT DE L'INTERVENTION****Temps opératoires :**

Temps opératoires	Instrumentation / Matériel
Drapage de la colonne puis des 4 bras du robot	4 drapages bras instruments+1 drapage colonne
Antisepsie cutanée	
Champage	
Sondage en début intervention dans le champ opératoire	Foley Ch 18 + gel de Xylocaïne® + seringue + eau + poche
Mise en place d'une sonde rectale	Sonde rectale+poche+bande collante
Open coelio en sous ombilical et mise en place d'1 trocart 8 mm robot dans le péritoine	Bistouri froid , ciseaux de Metzenbaum , pince à disséquer , trocart 8mm
Insufflation sous contrôle optique	Thermos+eau très chaude
Mise en place de 3 trocarts de 8 mm robot 1 trocart de 5/12 mm 1 trocart de 5 mm	3 trocarts métalliques du robot + mandrin pointu UU 1 trocart de 5 mm à ballonnets 75 mm à UU 1 trocart 5/12mm
Vérification du Trendelenburg au maximum avant l'avancée du Chariot patient du robot	
Docking du robot sur les trocarts Mise en place des instruments sur les bras du robot	1 pince fenêtrée robot, 1 ciseau robot , 1 pince bipolaire robot
Incision du péritoine le long du bord externe des 2 artères ombilicales pour libérer la vessie et aborder espace de Retzius Dissection du col de la vessie latéralement et en antérieur	Pince à préhension+ciseaux+pince bipolaires robot
Dissection des bandelettes de part et d'autre du col vésical sans sectionner les aponévroses pelviennes mais en sectionnant le feuillet viscéral de la prostate pour préserver les bandelettes vasculo nerveuses	Pince Hem o Lok verte Hemolok violet si curage
Dissection du col vésical puis section transversale complète de la face antérieure du col Incision muqueuse vésicale pour accéder à l'arrière du col vésical Dissection des canaux éjaculateurs et des vésicules séminales	Pince à clips métalliques
Coagulation+section canaux éjaculateurs. Dissection latérale des vésicules séminales. Incision du fascia de Denonvilliers en arrière puis création d'un espace pré rectal Pédiculisation des 2 bandelettes vasculo nerveuses droite et gauche Réalisation de la prostatectomie.	
Clips sur les bandelettes et section sans coagulation du coté de la prostate. Conservation des ligaments pubo prostatiques et passage en dessous.	

Temps opératoires		Instrumentation / Matériel	
Santorini coupé avant d'être lié Le plexus de Santorini est isolé puis sectionné sans suture	Santorini lié avant d'être coupé	Ciseaux robot puis porte aiguille robot à la place de la bipolaire et des ciseaux Vicryl® 0 • aig 26 courbure 1/2 longueur 1 trocart robot = 20 cm	Porte aiguille robot à la place de la bipolaire+ciseaux Vicryl® 0 • aig 26 courbure 1/2 longueur 1 trocart robot = 20 cm
Dissection apex + piliers en disséquant bien l'urètre et en faisant le tour par derrière		Ciseaux+bipolaires robot à la place du porte aiguille	
Libération et section complète urètre à distance du sphincter pour la suture (anastomose uréthro-vésicale)			
Mise en place de la pièce dans un sac à extraction qui est laissé dans le ventre		Sac à extraction 10 mm	
Anastomose vésico-urétrale par un surjet		2* V-Loc 3/0 15 cm	
Mise en place sonde vésicale		Foley siliconée Ch 18 +eau+gel de Xylocaïne®+poche+seringue 20 ml	
Test étanchéité vésicale		Seringue Guyon 60 ml+sérum physiologique.	
Chariot patient robot reculé			
On récupère sac à extraction par incision ombilicale un peu agrandie		Bistouri froid + électrique +ciseaux+pince à disséquer	
Mise en place de drains de Redon par orifice trocart		Redon Ch 16	
Comptage des textiles			
Fermeture orifice ombilical		Vicryl® 0 aig 26 courbure 5/8	
Fermeture peau pour tous les orifices		Monocryl® 4/0 ▲ aig 19	
Lavage vésical		Seringue de Guyon, sérum physiologique	
Pansement		Stéristrips®, pansement	

AVANT DE SORTIR DE SALLE



Vérifier l'intégrité du patient :

- Vérification drains de Redon + sonde vésicale
- Restitution de l'état cutané du patient du patient
- Vérification des pansements



Vérifier le dossier patient :

- Compléter la feuille d'écologie
- Envoi de la pièce fraîche en anatomo-pathologie : prostate, curage ganglionnaire et graisse bon d'anatomo-pathologie + étiquettes.

9.3 Annexe 3 : description succincte d'une prostatectomie radicale robot-assistée.

Cette annexe n'a pas pour prétention d'expliquer en détail ce qu'est une prostatectomie radicale d'un point de vue chirurgical et anatomique. Il s'agit ici plutôt d'éclairer le lecteur non-averti afin de faciliter la compréhension des propos tenus au sujet de cette intervention.

Une intervention de prostatectomie radicale robot-assistée peut être découpée en trois grandes phases principales :

- 1- Phase de préparation du patient
- 2- Phase d'opération robot-assistée
- 3- Phase de sutures des orifices trocart puis pansements

La **phase 1** se décompose ainsi :

- Préparation stérile du chariot patient du robot (drapage des bras et de la colonne)
- Antiseptie cutanée du patient
- Mises en place des champs stériles sur le patient
- Mise en place d'une sonde rectale
- Incisions et mise en place des trocarts (6 en tout : 4 de 8mm, 1 de 5 mm et 1 de 5/12mm) comme indiqué sur la figure ci-dessous :

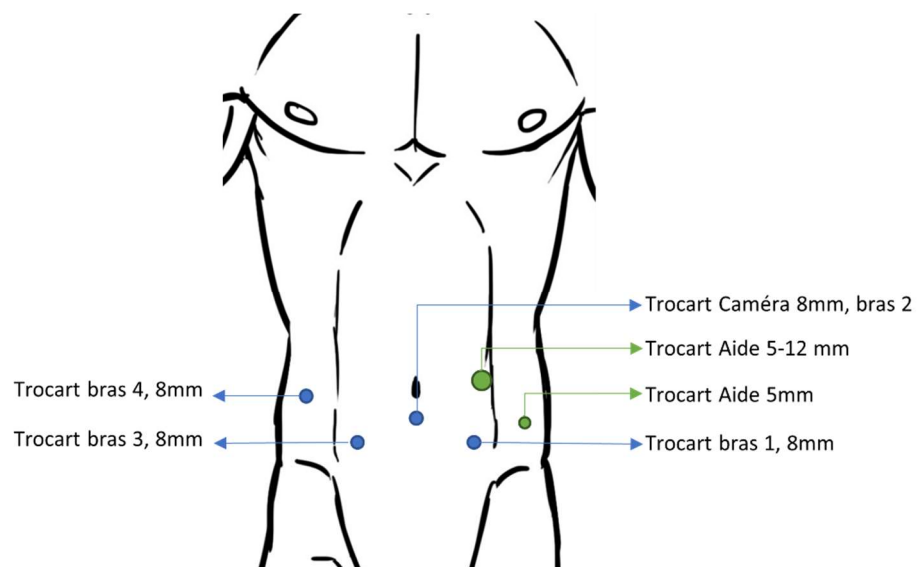


Figure 16 : Schéma de dispositions des trocarts

- Insufflation de CO2 dans le ventre du patient
- Docking du robot et mise en place des instruments sur les bras du robot.

La **phase 2** est la phase chirurgicale à proprement parler :

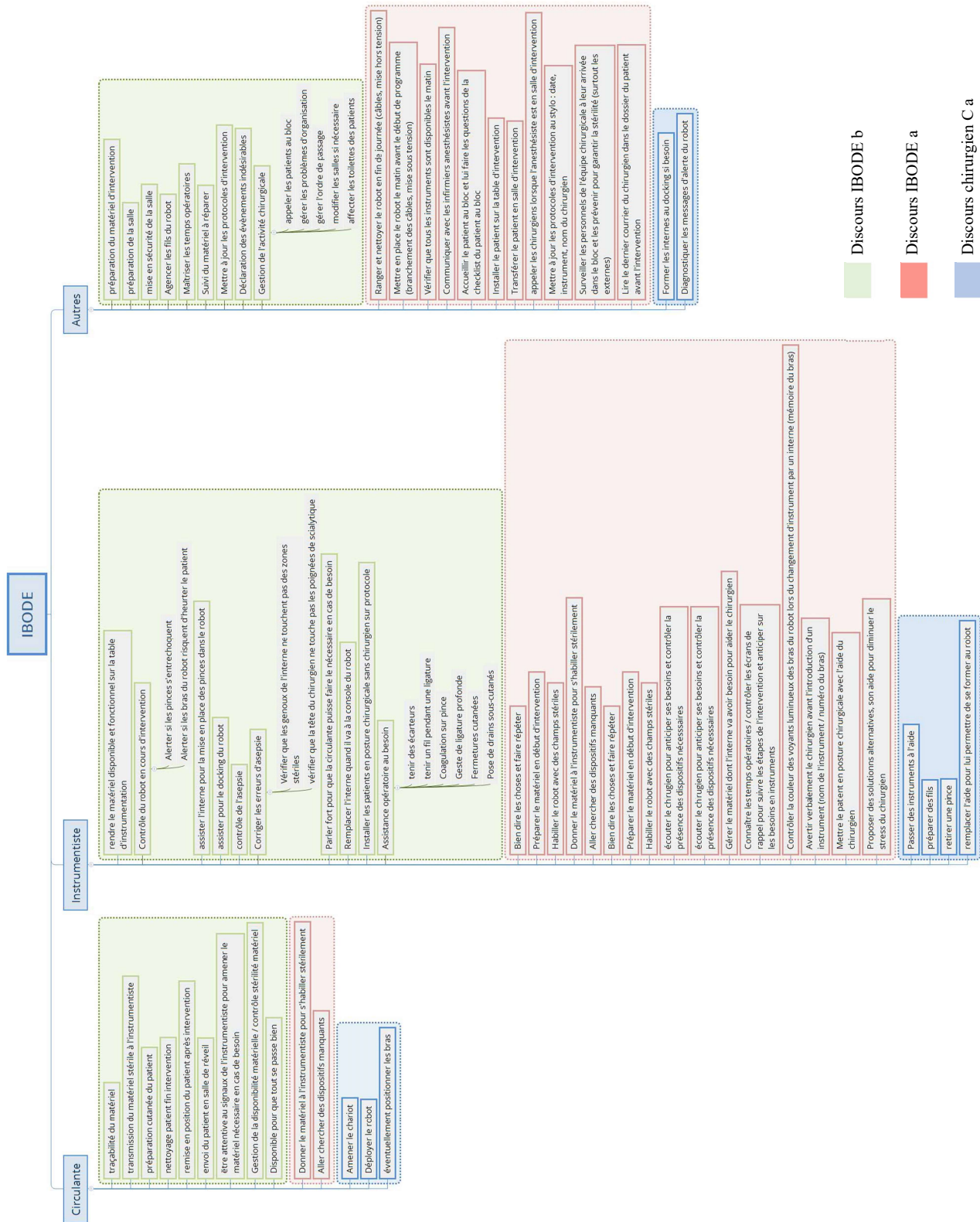
Elle consiste en la dissection d'éléments anatomiques (vessie, col vésical, bandelettes, vésicules séminales, plexus de Santorini, etc.) afin de retirer les tissus ganglionnaires cancéreux et la prostate pour les placer dans un sac à extraction (Endobag). Ces dissections se doivent d'être le plus délicates possible afin d'améliorer la récupération du patient (fonction urinaire, érectile etc...). Le retrait de cette prostate oblige par la suite à effectuer une ligature directe entre l'urètre et la vessie du malade afin de conserver ses fonctions urinaires. Le détail de ses étapes est visible en Annexe 2.

Lors de ces différents temps opératoires, le chirurgien est assisté par un interne qui vient effectuer des actions d'aspiration, de clipsage de tissus et de transmission d'instruments (sac à extraction, aiguilles, fil, etc.) en passant par l'un des deux trocarts d'aide dont il dispose.

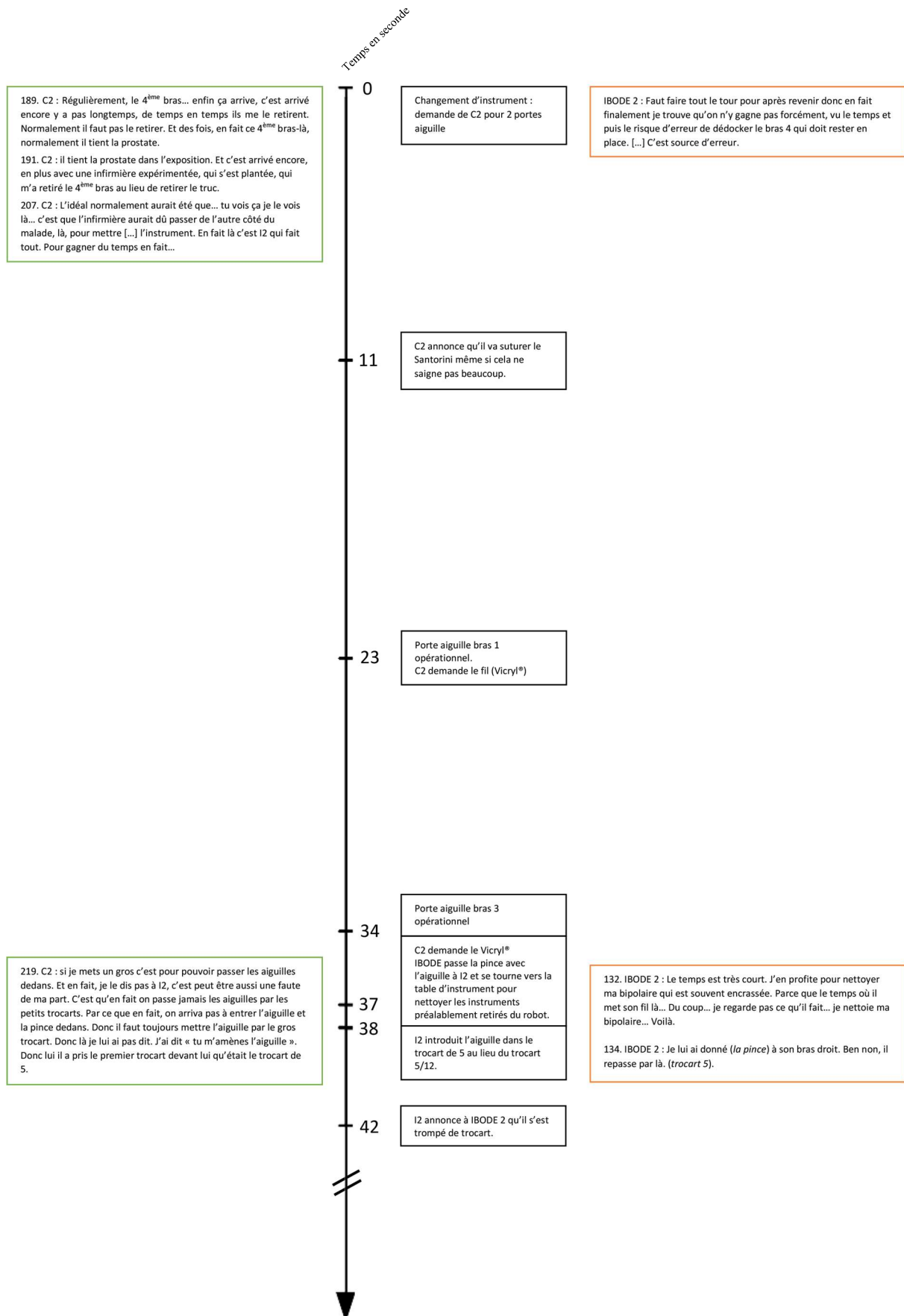
La **phase 3** voit le retrait du robot puis :

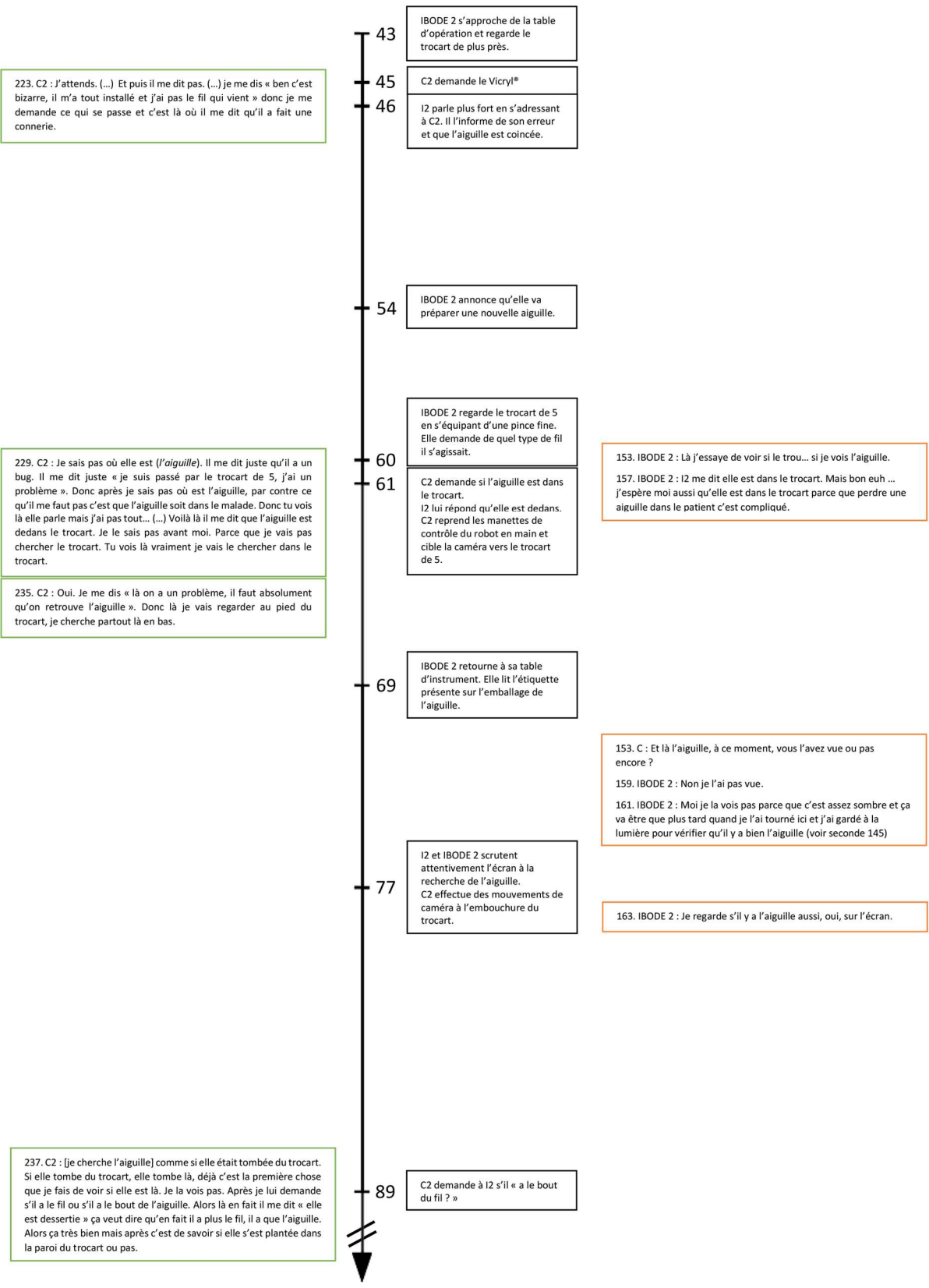
- La récupération du sac à extraction avec la prostate et les éventuels ganglions.
- La fermeture de la peau pour tous les orifices
- Un lavage vésical
- Des pansements.

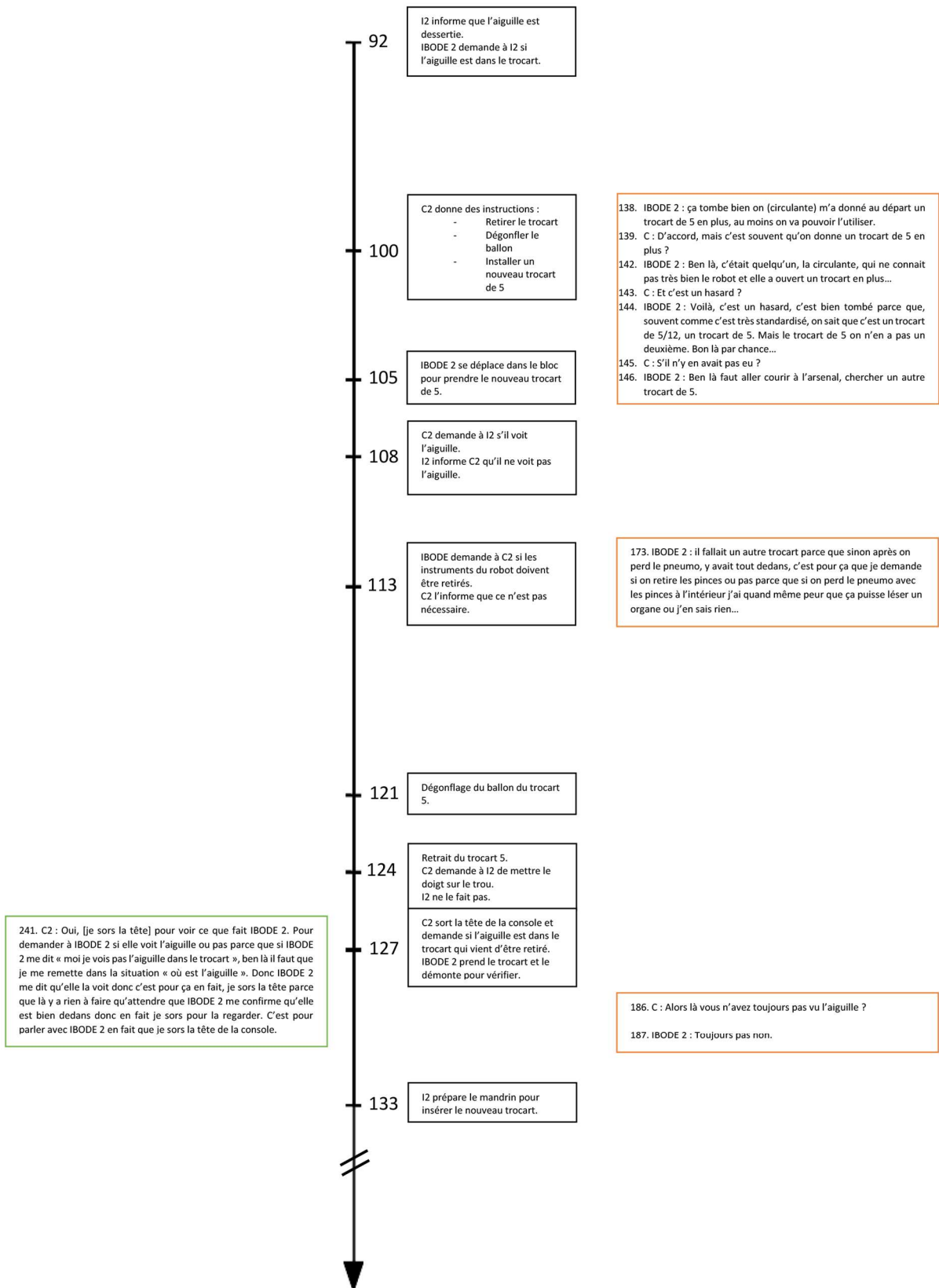
9.4 Annexe 4 : analyse croisée de trois entretiens exploratoires (IBODE a et b , Ca) : la mission des IBODE vue par trois acteurs du bloc opératoire

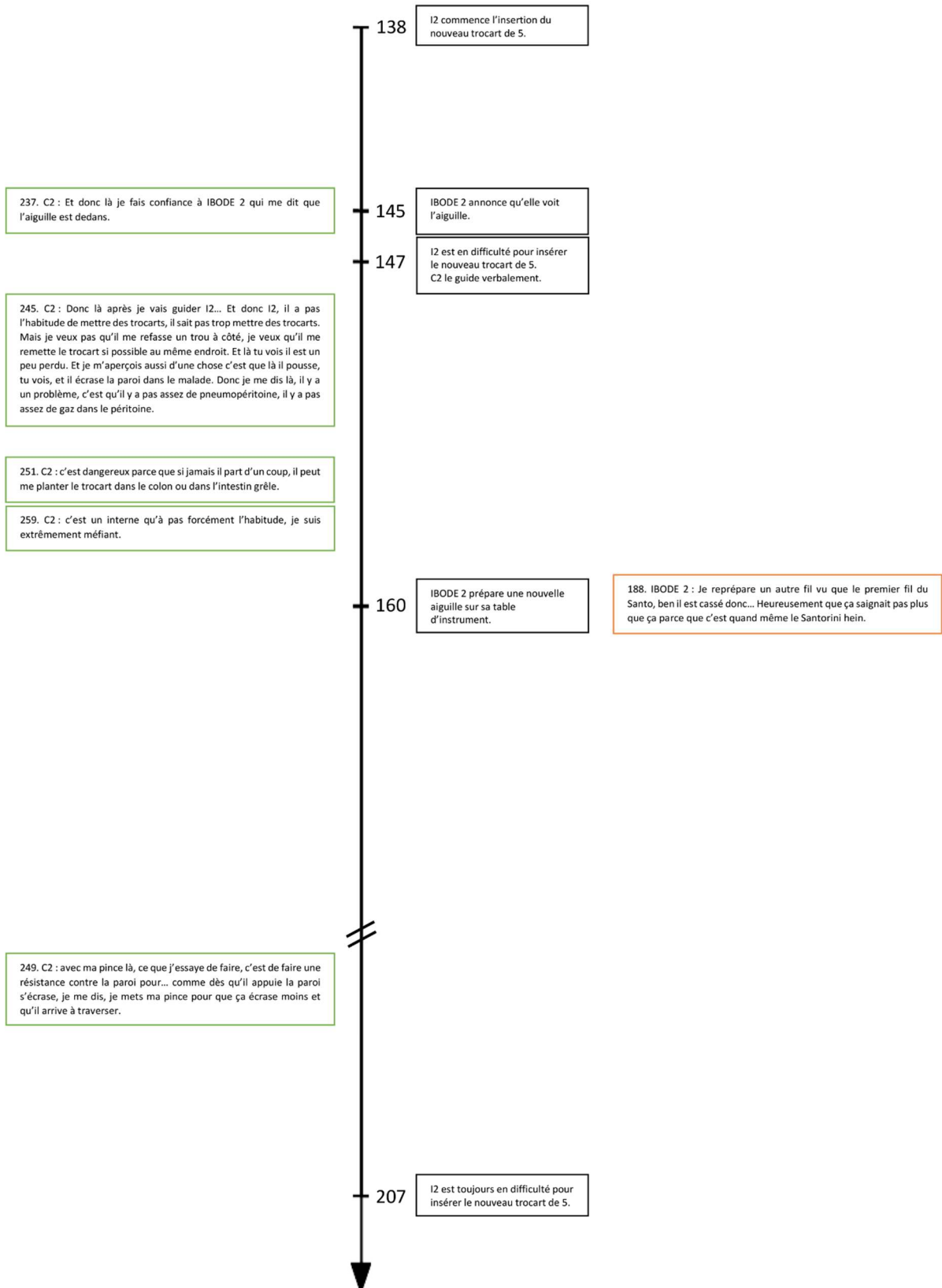


9.5 Annexe 5 : Chronologie de l'épisode de l'aiguille perdue et commentaires après-coup des opérateurs









269. C2 : Tu vois là je m'aperçois que quand il bouge, y a beaucoup de muscle qui bouge avec c'est pas normal. Là... et là, c'est là où je m'en rends compte.

301. C2 : je leur dis il y a un problème de pneumopéritoine, donc elle (IBODE 2) regarde où est-ce qu'il y a une fuite. Et y a des fois quand on est, les instruments très tournés et qu'il n'y a plus de pneumopéritoine, ben la peau du malade elle redescend, parce qu'il est gonflé d'air, donc là il y a moins de gaz. Et du coup tu te retrouves, comme les bras sont fixes, ils bougent pas, tu peux avoir la peau qui va descendre le long du bras comme ça et le trocart qui va sortir du malade. En fait, il y a des bagues sur les trocarts, les trocarts il y a des bagues, il y a un petit trait bleu... noir, un petit trait noir et un gros trait noir. Et normalement ça, les traits noirs ils doivent être dans la paroi du malade. Et IBODE 2 me dit « ben non le trocart il est presque sorti parce que je vois la bague noire qui est sortie à la peau ». Alors qu'elle devrait être dans le malade.

297. C2 : ça fait pshiiiiii. Donc ça fuit autour et tu mets le doigt dessus et ça arrête. Donc c'est ce qu'elle doit faire là.

212 C2 demande la valeur du pneumopéritoine dans le malade.

218 IBODE 2 annonce que la pression est de 3.

220 C2 annonce à I2 de tout stopper. Il demande pourquoi la pression est de 3. C2 sort la tête de la console du robot et regarde son équipe.

223 C2 reprend les commandes du robot. Demande à I2 de sortir l'aspiration. IBODE 2 annonce que l'aspiration est sortie. IBODE 2 décrit l'environnement extérieur du patient (position des instruments et des trocarts)

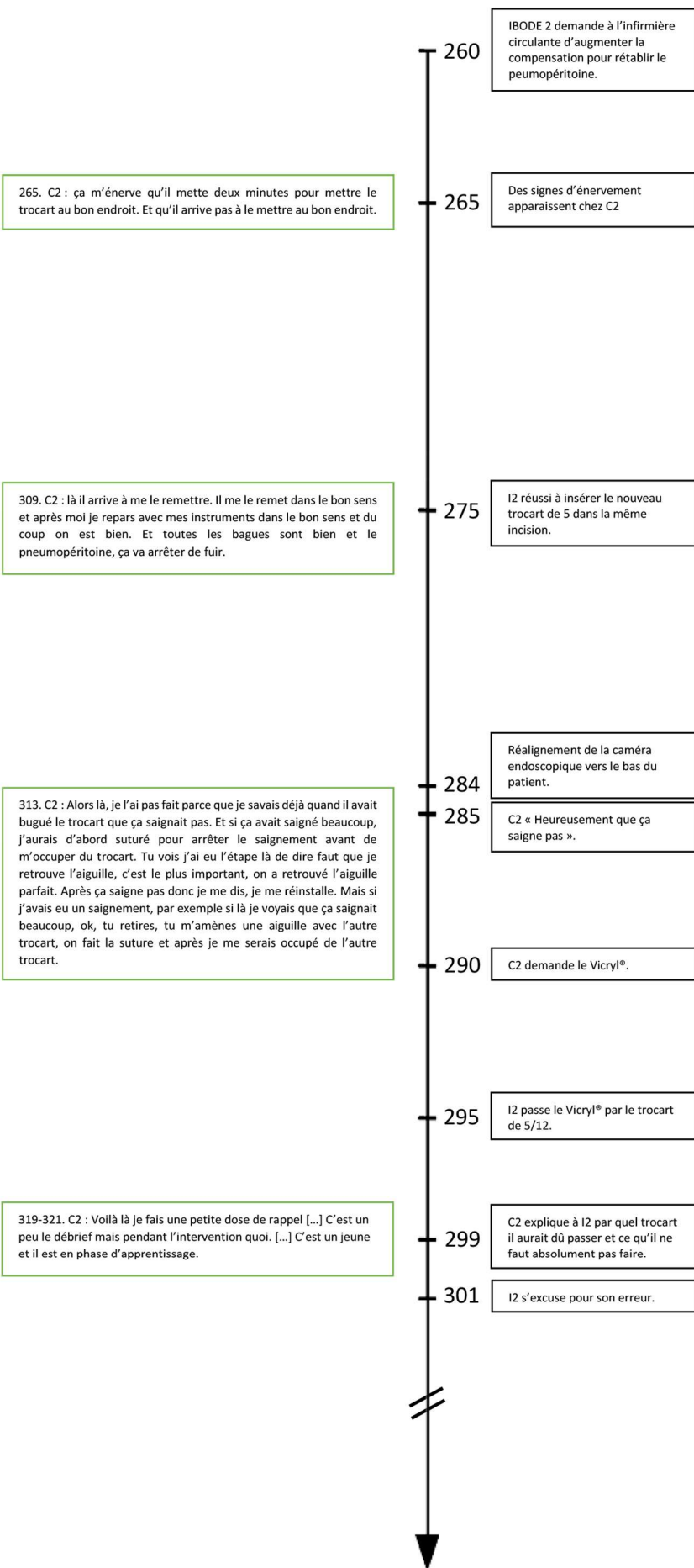
193. C : Alors là, quand il (C2) dit qu'il y a trois de pneumo, il s'adresse à qui ?
194. IBODE 2 : Ben je pense à tous les deux, sûrement plus à moi j'imagine.

200. C : IBODE 2 : C'est le bras 1 qui sort

202. IBODE 2 : Alors moi je décris... en fait sur les trocarts, il y a une bague noire, la bague noire doit être dans la paroi. Et après il y a une bague au-dessus, une bague en-dessous de cette grosse bague noire épaisse. Et donc si je vois la bague noire au-dessus de la paroi, si on compte l'épaisseur de paroi je me dis, bon ben ça se trouve le bout de trocart, il est à moitié sorti, ça peut faire une fuite.
204 : IBODE 2 : La fuite venait peut-être pas de là mais bon, il était pas en place.
206 : IBODE 2 : Lui (C2), il voit pas, il faut lui décrire.
208. IBODE 2 : On est ses yeux puisqu'il voit pas ce qui se passe sur le patient.

250 IBODE 2 annonce une fuite au niveau du trocart optique. IBODE 2 place son doigt au niveau du trocart du bras 2 afin de limiter la fuite du pneumopéritoine. I2 tente toujours d'insérer le nouveau trocart de 5.

210. IBODE 2 : Là je touche voir s'il y a une fuite au niveau du trocart optique. [...] je check chaque trocart. [...] On sent quand il y a une fuite de gaz, on sent l'air qui passe. Donc quand il y a une fuite, on regarde chaque trocart, il y a des robinets sur chaque trocart donc déjà il faut regarder si les robinets sont ouverts. [...] Et donc avec les bras du robot, ça bouge et des fois ça peut s'ouvrir. Ça peut être une première raison de fuite... le robinet peut s'ouvrir tout seul, ça peut créer une grosse perte de pneumo donc c'est une des premières raisons. Ça arrive souvent sur le robot. La deuxième raison, souvent le trocart optique, suivant l'orientation [...], ça peut générer des fuites aussi.
214. IBODE 2 : Et je mets mon doigt-là pour colmater la fuite. C'est pour ça que je reste comme ça. Voilà, c'est le temps qu'il mette son trocart, pour retrouver le pneumo je colmate la fuite le temps qu'il est dans cette position là.



319 Début suture du Santorini

323. C2 : Je revérifie bien une fois qu'on a fait tout ça que voilà, mon objectif était qu'on n'ait pas d'aiguille dedans, on m'a dit à un moment que c'était bon, c'était parti, voilà je veux bien être sûr qu'on reparte et qu'on a pas laissé...

329. C2 : on est reparti, on s'est recalmé tous, on s'est reposé à nouveau, voilà on est reparti sur du standard. On est sûr, c'est bon l'aiguille on l'a. Parce qu'elle m'a dit au début, avant qu'on remette le trocart, elle m'a dit « oui elle est dans la gaine ». Elle la voit dans la gaine mais c'est pour ça que je repose la question, « vraiment tu l'as récupérée, l'aiguille ? » « c'est pas autre chose que t'as vu dans la gaine ? »

387 C2 demande à IBODE 2 la confirmation que l'on a bien retrouvé l'aiguille. IBODE 2 confirme.

215. C : Donc là il redemande quand même l'aiguille ?

216. IBODE 2 : Ben oui parce qu'il faut vraiment être sûr qu'on laisse pas d'aiguille à l'intérieur. Je pense qu'il fallait qu'il ait de nouveau la confirmation parce que quand je lui ai dit, c'était un moment de stress, on cherche...

219. C : Ben est-ce qu'il a vraiment entendu la première fois où on lui a dit ?

220. IBODE 2 : Oui mais il l'a pas intégré.

222. IBODE 2 : Il était concentré sur autre chose.

9.6 Annexe 6 : Retranscription des échanges verbaux au bloc opératoire lors de l'épisode de perte d'aiguille

En Vert : Chirurgien C2

En Bleu : Interne I2

En Orange : IBODE 2

(0 seconde) **C2** : Ok. Maintenant tu vas me donner les deux porte-aiguilles.

À la place des ciseaux et bipolaires, donc le 4ème bras on touche pas.

(2) Alors, les ciseaux aussi. (3)

(8) Et même si ça saigne pas beaucoup là on va, on va lier... (11)

(12) ... le Santorini. (13)

(21) Parfait. (22)

(22) Le fil avec. (23)

(35) Ok. (36)

(37) Et le Vicryl®. (37)

(38) **I2** → **IBODE 2** : **[Inaudible]**... en sortant le fil. (39)

(40) Du coup, j'suis passé par là et après ... (42)

(42) **IBODE 2** : De quoi ? (42)

(42) **I2** : J'suis passé par là et l'aiguille s'est coincée. (44)

(44) **IBODE 2** : Ah. (44)

(45) **C2** : Le Vicryl®, tu l'as ? (46)

(46) **IBODE 2** : Euhhhh

(46) **I2** : Ouais, en fait j'suis passé par le ... le petit trocart et l'aiguille s'est coincée. (49)

(49) **C2** : Ah. Ouais, il faut toujours passer les aiguilles par le trocart de 5/12. Toujours. (53)

(52) **I2** : Ouais, **[Inaudible]**. (53)

(54) **IBODE 2** : Euhhhh, bah je vais te reprendre un autre Vicryl® de Santorini. Et euhhh... (57) (58) Elle est coincée ? Euh... (60)

(60) Euh, c'était quoi comme fil de ... (62)

(61) **C2** : Attends, l'aiguille est dedans ou pas ? (63)

(63) **IBODE 2** : Elle est dans le trocart là ? (63)

(64) **I2** : Ouais, elle est dans le trocart. (64)

(65) **C2** : Ah. Alors attends. Parce que ça c'est une bêtise monsieur I2. (68)

(68) **I2** : Ouais. Désolé. (70)

(76) **C2** : Attends. (77)

(86) Il faut que tu me la retrouves dedans le trocart. (88)

(89) Tu as le bout du fil ou pas ? (90)

(92) **I2** : Nan, elle s'est déssertie.(93)

(93) **C2** : Hein ? (94)

(94) **I2** : Elle s'est déssertie. (95)

(94) **IBODE 2** : Elle est ...(94)

(96) Et elle est dans le trocart ? (98)

(98) **I2** : Ouais. (98)

(99) **IBODE 2** : Euhhh, bah sinon j'ai un autre trocart. Je vais te donner un autre trocart. (102)

(100) **C2** : Alors tu vas... retirer le trocart. (102)

(103) Tu vas dégonfler le ballon. Tu vas redonner un trocart de 5. (105)

(106) **IBODE 2** : Ouais j'arrive.

(108) **C2** : Tu la vois dedans ou pas ? (109)

(111) **I2** : Non, je la vois pas non. (112)

(113) **IBODE 2** : On... retire les instruments pour faire ça ? (116)

(116) **C2** : Nan nan nan nan nan. Non c'est le trocart euh... il y a pas besoin, c'est le trocart de l'aide. (119)

(120) Voilà, ça, ok. Retire le. Mets le doigt sur le trou. (124)

(127) L'aiguille est dedans ou pas ? (127)

(129) Passe le mandrin de ... (130)

(129) **IBODE 2** : Je, je vais le démonter hein. (131)

(131) **I2**→ **IBODE 2** : Passe le mandrin. (132)

(131) **C2** : Ouais, ouais. Toute façon on en a pas besoin. Il en faut un neuf.
(133)

(133) **IBODE 2** : Oh il est ... j'peux pas le... je lui ai donné un neuf. (135)

(135) **C2** : Hein ? (136)

(136) **IBODE 2** : Je lui ai donné un neuf. (137)

(137) Non, je peux (inaudible) celui-ci. (137)

(138) **C2** : Allez, tu regardes, tu me vises le trou là, I2. Doucement. (141)

(145) **IBODE 2** : Je vais regarder. Je la vois. Si c'est bon, je la vois. (147)

- (147) **C2** : Nan vise le trou. Nan nan nan, regarde. (148)
 (149) Attends. Viens... (150)
- (151) **IBODE 2** : À la lumière, si. (153)
- (152) **C2** : Atten-tten-tten-tten-ttends I2. Deux secondes. (153)
 (154) **I2** : Oui oui. (154)
- (156) **C2** : Tu me vises... (156)
 (157) là, là. (157)
 (163) Elle est où la pointe là ? (163)
 (165) T'as mis, t'as mis le mandrin dans la pointe ? (166)
- (166) **I2** : Ouais j'ai mis le mandrin. (167)
- (168) **C2** : Vas-y, vise là. (168)
 (174) Mais t'arrives pas à retrouver le même trou ? (175)
 (178) Vise tout droit. (179)
- (180) **I2** : Oui. (180)
- (182) **C2** : Nan nan nan, attention, tu vas en bas. (183)
 (184) Me défonce pas la paroi entièrement. (186)
 (188) Vise là, là. (189)
 (189) Tu vois bien que tu vas là-bas. (190)
 (192) Nan, t'es... Nan nan. Tu vas là I2. (194)
 (195) Viens là. Le trou il est là hein. (196)
- (197) **I2** : Mais Oui oui je...(197)
- (197) **C2** : Il est pas là. (197)
- (197) **I2** : Je, j'arrive pas à retrouver le ... le trajet. (200)
- (207) **C2** : Tourne un peu. Tu appuies et tu tournes un petit peu le ... la pointe. Donc tu vas refaire un autre trou. (211)
 (212) Mais ce que je comprends pas c'est pourquoi ... Y, y, y'a combien de pneumo dans le malade là ?(215)
- (216) **IBODE 2** : Là y a 3.
- (217) **C2** : Y a quoi ?
- (218) **IBODE 2** : Y a 3.
- (219) **C2** : Ouais mais alors attends. Stop, I2.
 (220) Pourquoi y a 3 de pneumo ? (222)
 (223) Sors l'aspiration. (224)

- (225) **IBODE 2** : L'aspiration elle est sortie.
- (227) Euh, il y a le bras numéro 1 qui est presque sorti, on voit la bague épaisse euh, noire, à l'extérieur. (235)
- (236) **C2** : Le 1, celui-là là ? (237)
- (238) **IBODE 2** : Le 1, oui.
- (239) **C2** : Nan c'est celui-là, là. Normalement c'est bon. (241)
- (241) **IBODE 2** : Et dans les autres euh ... [Inaudible]
- (242) **C2** : Bon aller vas-y, vise là, là.
- (243) Vise entre mes mors, là. (245)
- (248) **IBODE 2** : ça fuit ici, ça fuit au niveau du trocart optique. (250)
- (250) **C2** : Oui, oui, oui, bah oui. (251)
- (253) Nan I2 nan, t'es trop haut I2. (255)
- (257) Putain.
- (260) **IBODE 2** → **IBODE CIRCULANTE**: Est-ce que tu peux nous augmenter la compensation aussi X.
- (263) **C2** : Nan nan mais ... Putain mais pourquoi t'arrives pas... Nan mais, regardes ou tu vas là.
- (265) Nan mais c'était bon, fallait pas sortir !!(267)
- (268) Ouais aller, stop, bouges pas ! (270)
- (272) Voilà.
- (273) Très bien, vas-y, pousse. Voilà, parfait.(275)
- (276) Allez, regonfle le ballon. Vire, vire le mandrin. (279)
- (281) Voilà. Vire le mandrin. (282)
- (284) Voilà, très bien. Ok. (284)
- (285) Heureusement que ça saigne pas. (287)
- (290) Aller, on renvoie le Vicryl®. (293)
- (299) Très bien. Donc jamais les aiguilles par le trocart de 5.
- (301) **I2** : Ouais désolé, pardon.
- (302) **C2** : Toujours. Les aiguilles c'est toujours par les 5/12. C'est pour ça qu'on met un 5/12 de reste. C'est pour passer les aiguilles. (307)
- (319) Voilà donc là. Hop, je vais... suturer, en fait ... tout le Santorini que j'ai incisé. (326)
- (337) Donc l'aiguille on l'a ? C'est bon ? Tu l'as dans le ...
- (339) **IBODE 2** : Oui c'est bon, je l'ai vue à la lumière. (341)
- (340) **C2** : Ouais ? ...D'accord. (342)

9.7 Annexe 7 : Fiche d'interprétation de données physiologiques fournie par l'UBO pour l'épisode de l'aiguille

Niveau de conductance électrodermale (SCL)

Selon Braithwaite et al. (2013), les valeurs du SCL changent constamment chez un individu. Le niveau de conductance électrodermale diminue progressivement spontanément au cours d'une activité sans stimulation (Dawson et al., 2007). Par conséquent, la baseline du SCL doit être régulièrement mise à jour pour analyser les changements locaux du niveau de conductance électrodermale. Pour cette raison, nous utilisons la première et la dernière minute d'une phase d'intérêt dans la procédure pour évaluer les changements locaux du niveau de conductance électrodermale lié à l'activité réalisée durant cette phase d'intérêt.

Description des paramètres

iSCL = Indicateur de variation du niveau de conductance électrodermale

iSCL = SCL phase - SCL baseline

iSCL négatif = Diminution du SCL sur la phase évaluée

iSCL positif = Augmentation du SCL sur la phase évaluée

SCL baseline = Moyenne SCL de la 1^{ère} minute de la phase

SCL phase = Moyenne SCL de la dernière minute de la phase

Moment de crise : épisode de l'aiguille, prostatectomie radicale 2

Calcul de l'indicateur de changement du niveau de conductance électrodermale

Indicateur	Moment de crise
SCL baseline	1.535
SCL phase	2.243
iSCL	0.707

Dans la littérature, une augmentation du niveau de conductance électrodermale a été associée à une augmentation du stress et de la charge mentale (Boucsein, 2012).

La situation de crise a induit une augmentation du niveau de conductance électrodermale du chirurgien C2. Cette augmentation du SCL peut refléter l'émergence d'un stress et/ou d'une augmentation de la charge mentale du chirurgien, liés à la situation.

Références

Boucsein, W. (2012). *Electrodermal activity*. Springer Science & Business Media.

Braithwaite, J. J., Watson, D. G., Jones, R., & Rowe, M. (2013). A guide for analysing electrodermal activity (EDA) & skin conductance responses (SCRs) for psychological experiments. *Psychophysiology*, 49(1), 1017-1034.

Dawson, M. E., Schell, A. M., & Filion, D. L. (2007). The electrodermal system. *Handbook of psychophysiology*, 2, 200-223.