



Le rapport 2024 de l'Académie Nationale de Chirurgie

Rencontres Internationales de la Chirurgie Francophone (RICF 24)

**La Formation pratique des opérateurs au service
de la chirurgie d'aujourd'hui et de demain.**

Olivier Jardé, Philippe Marre, Dominique Franco,

Albert-Claude Benhamou, Hubert Johanet,

Et les groupes de travail multidisciplinaires de l'ANC

Octobre 2024

LA FORMATION PRATIQUE DES OPÉRATEURS

AU SERVICE DE LA CHIRURGIE D'AUJOURD'HUI ET DE DEMAIN

Table des Matières

CHAPITRE I/ LES GRANDES ORIENTATIONS DE LA FORMATION PRATIQUE DES OPÉRATEURS

1. Le Mot du Président de l'ANC. À l'ère de la chirurgie 4.0, pour la formation pratique des opérateurs, il faut préserver le compagnonnage ! Olivier JARDE.
- P. 4.
2. L'Éditorial du Président des RICEF 24. La formation pratique des opérateurs à l'ère de la chirurgie 4.0 et des opérateurs augmentés. Albert Claude BENHAMOU
- P. 6
3. Les Actes du Colloque de l'ANC à l'Assemblée Nationale : La formation pratique des opérateurs (15 mars 2024). Philippe MARRE
- P. 8

CHAPITRE II/ LES MÉTHODES DE FORMATION : ANALYSE CRITIQUE, ACCESSIBILITÉ, COÛT, EFFICACITÉ

1. Importance d'un compagnonnage structuré : Xavier POULIQUEN -
- P. 26
2. Place de l'anatomie : Krystel TIMOH NYANGO -
- P. 28
3. Corps donnés à la science, Simlife, Mannequins : Jean Pierre RICHER, Fabrice DUPARC, Christophe DESTRIEUX -
- P. 41
4. Gros animal : Mikael CHETBOUN (Lille), Nguyen TRAN (Nancy)
- P. 75
5. Petit animal : Sybille FACCA (Strasbourg)
- P. 92
6. La vidéo en chirurgie, commentée, non commentée/ Didier MUTTER, Mathieu ROUMIGUIE
- P. 94
7. Simulation synthétique : Louis SIBERT
- P. 111
8. Simulation numérique : Marc Olivier GAUCI - P. 126
9. Pour qui, Comment : Hervé THOMAZEAU
- P. 127

- | | |
|---|--------|
| 10. Approche cognitive : Marc Olivier GAUCI, Marie ARMINIO | P. 134 |
| 11. La pratique délibérée : Philippe LIVERNEAUX, Thibault POUJADE | P. 144 |
| 12. La réalité virtuelle : Maxime ROS | P. 154 |
| 13. Compagnonnage augmenté, intérêt pédagogique d'une plateforme « Cloud » : Marc Olivier GAUCI | P. 161 |
| 14. Conclusion : Marc Olivier GAUCI - P. 170 | |

CHAPITRE III/ ÉLÉMENTS DE RÉFLEXION SUR LES ÉCOLES DE CHIRURGIE EN FRANCE

1. LA VISION DU GROUPE DE TRAVAIL SUR LES ÉCOLES DE CHIRURGIE

D. FRANCO, R. CAIAZZO, D. FUKS, A. HERRERO, J. HUBERT, G. MORVAN, JP. RICHER, PH. ROCHE, H. THOMAZEAU P. 171

2. LES ASPECTS SPECIFIQUES DES DIFFERENTES SPECIALITES CHIRURGICALES

- | | |
|---|--------|
| 1. Gynécologie-Obstétrique : F. GLICENSTEIN | P. 182 |
| 2. Orthopédie : S. LUSTIG, A DELAFONTAINE | P. 187 |
| 3. Chirurgie Viscérale et digestive : A VALVERDE, S FREY | P. 201 |
| 4. Chirurgie ORL et Cervico-Faciale : S. HANS, Y. NGUYEN, R. BAUDOUIN | P. 210 |
| 5. Ophtalmologie : T. BOURCIER, R. YAICI | P. 214 |
| 6. Neurochirurgie : J. PALLUD, C. APRA | P. 217 |
| 7. Urologie : M. VALLEE, F. RAHA – P. XXXX | P. 220 |
| 8. Chirurgie Pédiatrique : B. DOHIN, R. KASSIR | P. 223 |
| 9. Chirurgie Thoracique : A. SEGUIN-GIVELET, B. BOTTET | P. 233 |
| 10. Chirurgie Cardiaque : P. LEPRINCE, G. SAIYDOUN | P. 236 |

CHAPITRE IV/

PROPOSITIONS DE L'ACADÉMIE NATIONALE DE CHIRURGIE :

UN PLAN ANC - FRANCE 2030 POUR L'AMÉLIORATION DE LA FORMATION PRATIQUE DES OPÉRATEURS.

CHAPITRE I/

LES GRANDES ORIENTATIONS DE LA FORMATION PRATIQUE DES OPÉRATEURS

**1. LE MOT DU PRÉSIDENT DE L'ACADÉMIE NATIONALE DE
CHIRURGIE**

**À L'ÈRE DE LA CHIRURGIE 4.0, POUR LA
FORMATION PRATIQUE DES OPÉRATEURS, IL
FAUT PRÉSERVER LE COMPAGNONNAGE !**

PR OLIVIER JARDÉ

Depuis toujours la formation en chirurgie a été une belle histoire de compagnonnage.

Les progrès de la chirurgie sont dus aux chirurgiens, mais également à la technologie.

L'arthroscopie a transformé la chirurgie des articulations grâce à la fibre optique et à de petites caméras stérilisables.

La longévité des prothèses a été modifiée par des matériaux nouveaux utilisés et plus résistants.

Actuellement la chirurgie vit une révolution avec l'apparition de la robotique, la stimulation et de l'intelligence artificielle.

Il existe plusieurs questions essentielles :

- Comment utiliser ces nouvelles technologies pour le bien de nos patients ?
- Qui doit payer ce nouveau type de formation ?
- Va-t-on voir apparaître au bloc opératoire des ingénieurs-chirurgiens et le bloc tel qu'il est actuellement ne servant qu'aux chirurgiens effectuant des urgences ,

- Ou est-ce que le chirurgien doit toujours être le chef du bloc avec des informaticiens ?
C'est d'ailleurs ainsi que se déroulent actuellement les interventions chirurgicales sous robot.

Je souhaite que l'on garde ce principe de compagnonnage, auquel je suis très attaché avec la persistance d'un socle chirurgical commun aux 13 spécialités.

L'académie Nationale de Chirurgie se saisit de cette question essentielle pour notre avenir et celle de nos futurs collègues.

2. L'ÉDITORIAL DE PRÉSIDENT DES RICF 2024

DÉDIÉES À LA FORMATION PRATIQUE DES OPÉRATEURS

LA FORMATION PRATIQUE DES OPÉRATEURS

À L'ÈRE DE LA CHIRURGIE 4.0

ET DES OPÉRATEURS AUGMENTÉS

Pr Albert Claude BENHAMOU

Introduction

Pour l'Académie Nationale de Chirurgie se former et former à la pratique de la chirurgie 4.0, c'est la mission qui concerne tout l'écosystème chirurgical et interventionnel, dans le contexte de sa mutation digitale actuelle et à venir, et dont le développement est incontournable.

Se former et former à la pratique de la chirurgie 4.0 c'est prendre conscience que ce sont *l'œil, la main et le cerveau de l'opérateur qui sont augmentés* car assistés par la puissance de l'Intelligence Artificielle (IA), qui intègre big data et algorithmes, mis au service d'équipements d'imagerie médicale et de systèmes opérateurs robotisés, *au sein d'une boucle digitale globale, devenue le cœur en silicium du bloc opératoire 4.0.*

Une boucle digitale globale au service de la formation pratique des opérateurs

Et comme une évidence il devient essentiel que cette nouvelle boucle digitale pénètre le système de la formation pratique procédurale et psycho-comportementale des opérateurs « augmentés », afin de permettre l'émergence des « apprentissages fédérés » au sein des communautés universitaires et professionnelles locales, régionales, nationales et internationales, fonctionnant en réseaux interconnectés.

Les nouvelles facultés interventionnelles des « opérateurs augmentés » reposent sur l'automatisation et l'analyse d'images médicales de plus en plus performantes (échographie 3D, IRM, scanners), permises par l'analyse algorithmique des milliards de données structurées et compilées au sein de plateformes puissantes : le Health Data Hub en France, au niveau national par exemple (le CERVEAU).

Ces algorithmes de reconnaissance d'images (l'ŒIL) et d'apprentissage automatique des robots opérateurs (la MAIN) permettent aux opérateurs la reconnaissance facilitée des structures anatomiques et une meilleure analyse de

leurs transformations induites par les processus pathologiques, sur lesquels ils vont opérer pour traiter.

Les traitements chirurgicaux proposés actuels sont de plus en plus souvent mini-invasifs. La chirurgie ouverte reste parfois indispensable, mais elle bénéficie elle aussi de la mutation numérique. Toutes ces pratiques opératoires sont souvent assistées par des systèmes robotisés renforcés par une capacité de deep-learning.

En chirurgie 4.0, l'IA permet de créer et d'opérer des clones virtuels des patients réels et de constituer le socle d'un écosystème chirurgical d'apprentissage fédéré.

Les clones virtuels ou jumeaux numériques offrent des perspectives prometteuses pour l'avenir des pratiques opératoires chirurgicales classiques et interventionnelles. Grâce à l'IA, il est possible de créer des avatars numériques des patients, fournissant ainsi aux opérateurs un accès à une pratique opératoire simulatrice, répétitive et prédictive, servant de base expérimentale pour l'éducation individualisée des opérateurs par un travail virtuel d'apprentissage fédéré.

En utilisant les données médicales de multiples patients réels, les clones virtuels permettent aux opérateurs d'adapter la procédure en fonction des caractéristiques anatomiques et pathologiques spécifiques des populations de patients réels virtualisés, comparables au patient unique réel, optimisant ainsi les techniques opératoires, personnalisant le choix thérapeutique, anticipant les suites opératoires.

L'IA mémorise les solutions thérapeutiques expérimentées par le réseau des opérateurs (au niveau national ou/et international), qui constituent une aide à la décision de l'opérateur assisté (et non remplacé par l'IA et le robot). L'intégration de la réalité augmentée et de la réalité virtuelle, du guidage GPS in situ ou à distance (téléchirurgie) des instruments opérateurs, offre de plus une vision précise en temps réel de la zone opératoire.

La formation obligatoire des nouveaux opérateurs 4.0 :

La simulation procédurale et psycho-comportementale, devient la méthode d'entraînement aux pratiques opératoires qui s'impose, pour la mise en œuvre des apprentissages fédérés.

3.LES ACTES DU COLLOQUE DE L'ANC À L'ASSEMBLEE NATIONALE DU 15 MARS 2024.

SUR LA FORMATION PRATIQUE DES OPÉRATEURS

PHILIPPE MARRE

I/ RAPPEL DES DÉCISIONS DE LA COMMISSION FORMATION DE L'ACADEMIE NATIONALE DE CHIRURGIE

La Commission Formation de l'Académie Nationale de Chirurgie présidée par Dominique Franco et Philippe Marre a souhaité, approfondir les aspects pratiques de la formation des opérateurs.

Elle rappelle :

- Le rapport d'Olivier Farges sur « la Formation initiale des futurs chirurgiens » en 2022, présidé par Philippe Marre et Albert Claude Benhamou et disponible en ligne sur le site de l'Académie de Chirurgie.
- le rapport de l'Académie Nationale de Médecine sur la « Formation des chirurgiens des équipes chirurgicales à la Chirurgie robot-assistée. Etat de la situation actuelle. Propositions d'améliorations » (Hubert P, Vouhé P, Poitout D) adopté le 7 décembre 2021.
- le rapport de l'Académie Nationale de Médecine sur « L'Anatomie à l'heure du numérique » (Delmas V, Chays A, Poitout D, Vouhé P) adopté le 28 juin 2022.
- le rapport de l'Académie de Médecine, avec la participation de plusieurs membres de l'Académie de Chirurgie, sur « L'approche trans-orificielle et percutanée : évolution des pratiques » (Morvan G, Chays A, Richard F, Ricco JB, Belghiti J) adopté le 13 juin 2023.

Dans cet esprit, l'Académie Nationale de Chirurgie a souhaité pendant l'année 2024, sous la présidence d'Olivier Jardé :

- organiser une journée de réflexion sur l'aspect Pratique de la Formation des opérateurs, le 15 mars à l'Assemblée Nationale, visible en intégralité sur le canal YouTube de l'Académie ; les actes de cette journée, rédigés par Philippe Marre sont présentés ici.
- approfondir un certain nombre de points avec la constitution de groupes de travail, intéressant l'anatomie, une analyse critique des moyens de formation (dissections anatomiques, gros animal, analyses vidéos, simulations), une réflexion, coordonnée par un formateur en activité et un jeune chirurgien sur les phases d'approfondissement et de consolidation dans les différentes spécialités, à partir d'un questionnaire simple (10 des 13 spécialités chirurgicales ont répondu), le coût de la formation des opérateurs, l'organisation et les cahiers des charges des différentes écoles de chirurgie, les méthodes d'évaluation des moyens de formation. L'ensemble des éléments reçus sont présentés ici. Nous remercions l'ensemble des auteurs qui ont participé.
- consacrer les Rencontres Internationales de la Chirurgie Francophones 2024, à ce thème. Celles-ci se tiendront les 28 et 29 octobre au Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche, pour soumettre des propositions pragmatiques aux pouvoirs publics.

II/ LES ACTES DU COLLOQUE

TABLE RONDE 1 : QUELS OBJECTIFS ? QUELS MOYENS ? QUELLES ATTENTES ? QUELLES DIFFICULTÉS ? PHILIPPE MARRE. MODÉRATEUR

Hubert Johanet - Quelle formation pratique pour quels opérateurs en 2024 ? Chirurgie viscérale, Secrétaire général de l'Académie Nationale de Chirurgie

CONSTAT :

Multiplication des pratiques opératoires : 13 spécialités chirurgicales, 6 options, 4 spécialités de médecine interventionnelle, 3 FST et de nombreux DU et DIU.

Diversification des opérateurs, chirurgiens mais également médecins conduisant à revoir les classifications ordinales.

Diversification et renouvellement continu des procédures médico-chirurgicales en lien avec l'explosion technologique.

Hyperspécialisation et personnalisation des prises en charge en lien avec la recherche d'une diminution de la sinistralité.

Formation pratique ciblée et courte après la phase socle avec l'évolution sociétale (changements des comportements et des priorités personnelles) et réglementaire (repos de sécurité en 2001, suppression d'une année de formation pratique avec la suppression du service national en 2002, semaine de 48h en 2015, docteur junior pendant 2 ans en 2020).

Situation de frugalité financière et temporelle limitant les possibilités de formation.

RÉFLEXIONS :

L'appétence pour la pratique opératoire à développer dès le 2^e cycle pour limiter les erreurs d'orientation (15% à 30% de droit au remords). Ce qui pose la question de la sélection. « Jamais seul à faire une procédure opératoire la première fois ». Ce qui pose la question de la complémentarité du compagnonnage et des différentes formes de simulation.

CONCLUSION :

Jean-Louis Faure : « Pour avoir le droit de pratiquer l'opération, il faut avoir cette certitude, ou plutôt cette conviction, que l'on sera à la hauteur de sa tâche ».

- Sébastien Frey - Point de vue des jeunes opérateurs - Enquête 2022 auprès des Jeunes Chirurgiens Viscéraux (JCV). Chirurgie viscérale, Dr Junior. Nice

PRÉLIMINAIRES :

Article de Jacques Belghiti en 2004 dans Surgery sur la misère des internes de chirurgie en France encombrés de paperasses et privés de contacts avec les patients et le bloc opératoire, alors que l'internat faisait autrefois le prestige de la formation chirurgicale française.

Préconisation de l'Académie de Chirurgie en 2014 sur la Chirurgie en 2025 insistant notamment sur la nécessaire évolution de la formation pratique des opérateurs avec le compagnonnage, les simulateurs, la constitution d'écoles de chirurgie et la labellisation Enquête du CNJC 2017-2023 confirmant le manque d'attractivité des spécialités chirurgicales dans les choix au décours de l'ECN.

CONTEXTE :

Transition pédagogique fondée sur un quintuple changement démographique, générationnel, technologique, économique et législatif (loi sur les 48h hebdomadaires en 2016).

ENQUÊTE :

40% de réponses, 47% de femmes (1,4% en 1980, 12,3% en 2005, 40,5% en 2014), 33% de fumeurs, 59% en couple, 9% mariés, 6% avec 1 enfant. Baisse de l'attractivité opératoire. Impact négatif des 48h réglementaires de travail hebdomadaire.

Le temps de travail est en moyenne de 74h avec des pics à 78h en chirurgie viscérale.

Le repos compensatoire est apprécie mais peu utilisé pour s'entraîner (moins de 2% pour la simulation opératoire).
 Formation théorique d'une demi-journée par semaine et staff accessible par moins de 50% des internes.
 Formation pratique reposant beaucoup sur les vidéos car très hétérogène. Manque de temps au BO.
 Simulation opératoire jugée de qualité médiocre. Dissection cadavérique d'accès variable selon les régions.
 Compagnonnage bien perçu par seulement 35% des internes.
 Validation des acquis négligée par manque de temps.
 Simulation robotique d'accès insuffisant par manque de moyens et alors plutôt réservée aux seniors. Santé mentale médiocre avec 40% d'ambiance de burn out latent ou décompensé, en partie dépendant de plus de 5 gardes par mois et d'un compagnonnage estimé insuffisant. Contraintes administratives et réglementaires excessives.

PROPOSITIONS :

Formation : compagnonnage + temps de travail repensé + système simple de validation des compétences.
 Pratique : Homogénéisation des formations + Optimisation du temps au BO + Log Book
 Opérateurs : Maîtrise de la démographie + Préservation de la santé mentale + Revalorisation de la profession.

- Pierre-Hugues Roche - Accessibilité des objectifs des maquettes aux jeunes opérateurs.
PU-PH Neurochirurgie, Président du collège des enseignants en Neurochirurgie, Marseille.
CNCEM (Coordination Nationale des Collèges d'Enseignement en Médecine) :
Maquettes complètes des 13 spécialités chirurgicales + 2 FST.

Hétérogénéité des contenus des maquettes et de l'organisation des CHU qui ont à les appliquer.

SIMULATION :

Enquête nationale (Luc Mouthon et Julien Pottecher).

Variable selon 3 types de spécialités : techniques (procédures chirurgicales traditionnelles et interventionnelles), médicotéchniques (anesthésie-réanimation et urgences) et médicales.

Ne remplace pas le compagnonnage qu'elle complète et doit être enseignée par un formateur qui lui confère un indispensable réalisme et dont la compétence est à valider.

CONSÉQUENCES :

Nomadisme opératoire Inter-CHU pour pallier l'insuffisance de l'offre de formation dans des CHU conçus il y a 60 ans et trop petits pour offrir un éventail suffisant de formation pratique pour certaines spécialités (neurochirurgie).

Autonomisation difficile des Docteurs Juniors dans leurs prises de responsabilités (insuffisance de l'encadrement et des formateurs, organisation inadaptée des CHU).

Financement non résolu public (CHU, CH, ESPIC), privé (industriels, hospitalisation privée), assurantiel (assureurs et mutuelles) et individuel (DIU, DU, déplacements).

Harmonisation difficile des formations selon les spécialités et les CHU par manque de temps (paperasserie envahissante), d'argent (équipements, part individuelle) et de moyens (toutes les spécialités insuffisamment représentées).

46% de Burn Out partiel ou complet et 2% de droit au remords (équivalence d'une équipe annuelle de 24 internes en neurochirurgie tous les 10 ans).

AMÉLIORATIONS POSSIBLES :

Développement de l'encadrement (séminaires d'accueil et boot camp)

Ouverture de l'accès au BO + disponibilité des enseignants base du compagnonnage

Tâches administratives à partager (secrétariat)

Tâches médicales en secteur d'hospitalisation à instituer (médecins polyvalents)

Gestion des 48 h hebdomadaires à assouplir

Statut des Docteurs Juniors à autonomiser

CHU de taille moyenne avec accès aux Inter-CHU à développer

Valorisation du post-internat.

CONCLUSION :

Revoir la notion d'écoles de chirurgie fondée sur le compagnonnage associé à l'intégration des nouvelles technologies notamment numériques en ménageant le temps disponible à la formation pratique et en assurant le financement indispensable sans présupposé idéologique.

DISCUSSION : Laurent Obert, Henry Coudane, François Richard, Philippe Marre.

TABLE RONDE 2 : QUELLES BASES POUR LA FORMATION PRATIQUE DES OPERATEURS. Olivier Farges et Frédéric Glicenstein, comodérateurs

- Laurent Obert - Quel compagnonnage à l'ère numérique ? PU-PH, Chirurgie orthopédique, Besançon

DÉFINITION :

Multiples définitions du compagnonnage qui se résument à celle-ci : se choisir un Maître auprès de qui s'identifier dans le savoir et le savoir-faire mais aussi et surtout dans le savoir être et le savoir vivre. École à la fois d'humilité et d'excellence, la chirurgie est l'aboutissement d'un accord aussi personnalisé que possible entre l'opérateur et le patient qui lui confie sa vie. Qualité technique indispensable illustrant une bonne indication opératoire fondée sur la combinaison de la rigueur scientifique avec la forme la plus subtile de l'intelligence qu'est l'intuition en apprenant au futur opérateur à les adapter à chaque patient.

RÉSULTAT :

Qualité du résultat obtenu, fruit d'un équilibre dynamique perpétuellement remis en question entre l'anxiété de l'opérateur d'être à la hauteur de l'enjeu d'une nouvelle intervention et l'ennui d'avoir à accomplir une tâche bien maîtrisée devenue trop répétitive. Prévention de l'erreur individuelle ou collective toujours possible menaçant de complications par la combinaison d'un entraînement régulier et d'un comportement attentif à l'entourage professionnel de l'opérateur et familial du patient. Évaluation des résultats sur des registres exhaustifs et comparatifs (Log Book).

MODERNITÉ :

Compatibilité de cette méthodologie avec toutes les procédures modernes issues du numérique et des nouvelles technologies (aciers, plastiques, optiques, éclairages, sources d'énergie).

CONCLUSION :

Le compagnonnage conserve à l'ère numérique toute la place qui a fait la réputation de l'école de chirurgie française dans le monde ces dernières décennies.

- Patrick Baqué - Rôle cardinal de l'apprentissage de l'anatomie chirurgicale à la phase socle. PU-PH, chirurgie viscérale, Ancien Doyen, Nice.

Maurice LAUDE : « Le plus difficile en pédagogie est de définir les objectifs pédagogiques ».

ABORD PHASE SOCLE : Choix de la spécialité à 22 ans à l'entrée dans le 3^e cycle trop précoce.

4 Conditions indispensables : connaissances indispensables (anatomie, biologie, etc.), notions procédurales (savoir-faire), aide à la décision (indication opératoire), savoir être.

Prélude au 3^e cycle : socle - approfondissement - consolidation.

13 Spécialités : évaluation des connaissances anatomiques de l'étudiant, évaluation du bien-fondé du choix de l'étudiant.

2 Cadeaux d'accueil : manuel d'anatomie et manuel de découverte du milieu opératoire.

FORMATION ANATOMIQUE : Combiner travail (raccourcissement du temps d'apprentissage), efficacité (reproduction des modèles de dissection anatomique) maîtrise du stress (plaisir d'apprendre). Acquisition d'une culture d'accréditation rigoureuse.

8 Modules : face, cou, thorax, abdomen, pelvis, membre supérieur, membre inférieur, crâne, encéphale, rachis. 5 Formations opératoires avec IBODE au laboratoire d'anatomie : 2 générales, 1 spécialité, 2 urgences, 1 sauvetage.

CONCLUSION : Diffusion d'une méthodologie d'apprentissage concrète de l'anatomie chirurgicale dès la phase socle conduisant à la démarche de certification et de recertification applicable partout en France mais sans préjuger à quel échelon (CHU ou région) ?

**- Krystel Nyangoh Timoh - Bases de l'enseignement de l'anatomie opératoire.
PU-PH, Gynécologie-Obstétrique, Rennes**

CONSTAT :

Déficit de connaissances anatomiques persistantes après la phase socle du 3^e cycle.

2^e CYCLE :

« UE libre de chirurgie : voyage au cœur de la chirurgie, bienvenue au BO »

L'anatomie comme « boussole » d'initiation à la chirurgie en combinant dissections au laboratoire d'anatomie et simulations 3D. Rappels. Ateliers.

Développement du lien anatomie et sémiologie.

3^e CYCLE :

Programmes au laboratoire d'anatomie de dissections et de simulations chirurgicales toutes spécialités : opérateurs, IBODE, ingénieurs, enseignants anatomistes et chirurgiens des diverses spécialités.

Modules tête et cou, abdomen (digestif, gynécologie, urologie, vasculaire), membres. Partenariats industriels de 3 semaines 2 fois par an mettant un robot à disposition permettant l'association de formations techniques, chirurgicales et anatomiques.

Séminaires nationaux (Nice), régionaux (HUGO), techniques (Sim Life Poitiers). Outils de reconstruction anatomique tridimensionnelle (AKIVI, AVATAR).

FREINS :

Coût des équipements, temps nécessaire, disponibilité des futurs chirurgiens.

AVANTAGES :

Intégrer le binôme anatomie / chirurgie pour offrir des bases pédagogiques claires. Susciter l'envie de faire de la chirurgie en la rendant simple et accessible.

CONCLUSION :

Pourquoi pas une formation anatomique nationale ?

**- Astrid Herrero - Acquisition des compétences techniques élémentaires.
PU-PH, Chirurgie Viscérale, Montpellier**

PRÉPABLOC : D'un programme pédagogique pilote à un programme national.

Pas d'enseignement universitaire national harmonisé sur le monde chirurgical dans les études médicales (2021 / 2024).

Chirurgie inexistante au 2^e cycle : formations fragmentaires, hétérogènes, non pérennes et non valorisées en fonction des stages de chirurgie.

3 PROBLÉMATIQUES :

Le stress créé par l'inconnue chirurgicale en cours de 2^e cycle,

Les conditions difficiles trop précoces du choix de spécialité en début de 3^e cycle responsable d'un droit au remords de 2% à 7%,

L'insuffisance qualitative et quantitative de l'encadrement formateur privilégiant la maîtrise des risques à la nécessaire durée de l'enseignement.

FORMATION INITIALE À L'UNIVERS CHIRURGICAL :

3 caractéristiques demandant de l'organisation :

Format intensif et immersif : 1 semaine par an en 3^e année intensive (8h00/18h30) avec cours théoriques et ateliers.

Ouverture pluri professionnelle (étudiants en médecine, étudiants IBODE, étudiants ingénieurs)

Sensibilisation à la qualité et à la gestion des risques.

3 types d'ateliers tenant compte du temps :

Techniques opératoires

Règles comportementales en équipe opératoire

Gestion et prévention des risques opératoires (check list, lavage des mains, asepsie).

3 innovations pédagogiques simplificatrices :

Jeux de rôles, tuteurs (1 pour 3 étudiants)

Séance « créativité » en fin de journée à partir de ce qui a été vécu ce jour-là

Formations « au BO hors BO » (simulation).

Triple évaluation des acquisitions en fin de semaine : savoir théorique (40QCM), compétences techniques, procédures opératoires.

CONCLUSION :

PRÉPABLOC permet une auto-présélection des futurs opérateurs en cours de 2^o cycle préparant le choix de la spécialisation du 3^o cycle. Procédure en cours d'harmonisation (Montpellier, Nîmes, Caen, Rouen, Limoges).

Philippe Liverneaux - Apprentissage : de la pratique naïve à la « pratique délibérée».
PU-PH, Chirurgie orthopédique, Strasbourg.

PRINCIPE :

Méthode d'apprentissage de la COMPÉTENCE par la maîtrise du temps du futur opérateur, sachant que celui du compagnonnage et de l'expérience est peu compressible.

Comme pour les sportifs, les musiciens, les joueurs d'échec, l'apprentissage est fondé sur la PERFORMANCE par la répétition jusqu'à un palier au-delà duquel elle diminue.

Ce type d'entraînement distingue la pratique naïve de la « pratique délibérée ».

Il suppose de se fixer un but ou un niveau d'expertise, de repérer, d'éviter ou de corriger les erreurs et de mesurer la performance.

PEAK est l'ouvrage de référence sur la recherche de la performance pour progresser (Anders Ericsson).

RÉALISATION :

domaines de mise en œuvre de cet apprentissage : la clinique, l'enseignement et la recherche par des méthodes de mesure de scores, de mise en situations par vidéos comparatives et l'usage d'algorithmes comparatifs établis avec l'IA. Calculer un score de performance pour mesurer les compétences. Travaux menés avec le soutien de GEPROMED, CARESYNTAX, SKYLAB, IHU de Strasbourg (sujets anatomiques et simulations).

CONCLUSION : Le développement de la compétence plus rapidement que celui du compagnonnage et que celui de l'expérience par la recherche de la performance définit la « pratique délibérée » qui permet de pallier au manque de temps disponible dans la formation pratique des opérateurs.

DISCUSSION : Jean-Pierre Rozenbaum, Philippe Liverneaux, Astrid Herrero, Georges Abi Lahoud, Patrick Baqué, François Richard, Laurent Obert, Lazare Sommier, Paul Balandraud, Vincent Delmas, Jean-Baptiste Ricco, Jacques Belghiti, Hubert Johanet, Olivier Farges, Frédéric Glicenstein.

TABLE RONDE 3 : QUELS MOYENS POUR LA FORMATION PRATIQUE DES OPERATEURS ? Dan Benhamou et Hervé Thomazeau, modérateurs

- Fabrice Duparc - Place et avenir du don du corps dans l'enseignement par simulation des pratiques opératoires. Aspects législatifs actuels. PU-PH, Chirurgie orthopédique, Rouen.

AVENIR DU DON DU CORPS :

Importance croissante (100% en 2023 / 2024 à Rouen).

À des fins d'enseignement : BIEN PRÉPARER LA PREMIÈRE FOIS.

Où ? Laboratoire d'anatomie et Centre de simulation

Qui ? Futurs opérateurs traditionnels et interventionnels, Futurs radiologues, Futures équipes médico-chirurgicales (opérateurs, anesthésistes, IBODE, IAD)

Quand ? Tout au long des études et de la vie professionnelle Phase socle, Spécialisation, Formation professionnelle continue. À des fins d'évaluation et de validation des COMPÉTENCES pour mériter la CONFIANCE

CENTRES DE DON DU CORPS (CDC) :

Décret 2022 - 719 du 27 / 04 / 2022 - Directeur dépendant directement du président de l'université. Enseignement médical et recherche médicale

CESP - Comité d'Études Scientifiques et Pédagogiques (Loi Jardé)

Référence : journées de damage control, d'arthroscopie, d'anesthésie loco-régionale organisées à Rouen.

CONCLUSION :

Les CDC offrent des formations transparentes, incontournables et contraignantes parce qu'exigeantes dans un cadre législatif bioéthique constitué.

- Mikael Chetboun - Place et avenir des animaux de laboratoire. Microchirurgie. Chirurgie mini-invasive orificielle et percutanée. MCU-PH, Chirurgie viscérale, Lille.

PLACE DES ANIMAUX DE LABORATOIRE :

Importance ancienne et majeure dans la recherche médico-chirurgicale : 103 sur 114 prix Nobel de médecine ont utilisé l'expérimentation animale. Diminution globale de son usage. Stabilisation pour la formation pratique des opérateurs.

RÈGLE DES 3 R du bon usage des animaux de laboratoire :

Réduction : procédures indispensables, protocolisées, spécialisées et non répétitives Remplacement chaque fois que possible de l'animal par des modèles alternatifs (mécaniques, électroniques, de réalité virtuelle).

Raffinement : transport, hébergement, soins, maîtrise de la douleur, exploitation de tous les organes pour des procédures complémentaires après le sacrifice.

MODÈLE EXPÉRIMENTAL MULTIMODAL ET SÉQUENTIEL DE FORMATION PRATIQUE :

Accessible aux procédures traditionnelles, comme aux procédures interventionnelles, à tous les opérateurs et à leurs équipes.

Processus continu : connaissances-compétences-savoir agir-savoir exercer-savoir être. Modélisation progressive : e-learning-micro-chirurgie-simulation 3D-pelvi trainer-robot double console-intervention sur gros animal par coelio ou robot assistée-Sim Life-simulation en équipe.

Recours au modèle animal de laboratoire toujours possible en cas de besoin (épidémie Covid19 éloignant les futurs opérateurs du BO).

CONCLUSION :

Le rôle pédagogique de l'animal de laboratoire reste essentiel dans la panoplie de formation pratique des opérateurs à laquelle il n'est pas limité. Son utilisation doit en effet s'intégrer dans un curriculum complet, multimodal, éthique et raisonné lui associant l'acquisition des qualités humaines, décisionnelles et organisationnelles d'un opérateur. Enfin elle doit faire l'objet d'une communication attentive vers le grand public et les institutionnels sur les soins dont l'animal est bien entouré.

**- Louis Sibert - Comment organiser une session de simulation chirurgicale en formation initiale ?
Pr Ass., Urologie, Rouen.**

MTC - MÉDICAL TRAINING CENTER de ROUEN

Enseignement optionnel commun à toutes les phases socles des 13 spécialités chirurgicales.

OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES :

Communs centrés sur les référentiels des Collèges (exemple de l'Urologie).

Choix des outils de simulation : efficacité pédagogique (adéquation objectifs-niveau des étudiants-ressources matérielles), différenciation des simulateurs sophistiqués de haute technicité et des simulateurs de terrain plus simples de haute-fidélité.

Compétences des opérateurs associant habiletés techniques manuelles et relationnelles en équipe.

STRATÉGIE PÉDAGOGIQUE :

Définir une méthode d'apprentissage préétablie (maîtrise et "pratique délibérée"). Contextualiser les exercices techniques (environnement et mise en situation et scénarisation proches de la réalité).

Avec une organisation type de l'exercice (briefing-mise en situation-debriefing).

FORMATEURS EN SIMULATION :

Ratio formateur / étudiant fonction du geste enseigné (geste de base ou geste de haute technicité). 3 types de formateurs occasionnels, réguliers, responsables de modules (DU, DIU). 3 types de formation des formateurs spécifiques (formation spéciales courtes), générales (sessions de formation), simple validation de l'expérience.

ÉVALUATION EN FIN DE PROGRAMME :

Véritable contrat pédagogique de l'École de Chirurgie de Rouen.

Grille d'évaluation débouchant sur un score individuel transmis aux responsables du programme et de spécialité.

Circuit OSATS : suture cutanée-sondage vésical-laparotomie- pose de drain thoracique- annonce d'annulation d'intervention.

Double conséquence pratique : amélioration de l'organisation des sessions et stimulation de la motivation des futurs opérateurs dont l'assiduité est renforcée.

CONCLUSION :

Les méthodes de simulation contribuent à la formation pratique et relationnelle des futurs opérateurs. Leurs progrès et leur rigueur valorisent et contribuent à développer les structures voisines de recherche, d'enseignement et de formation des formateurs.

**- Maxime Ros - Réalités étendues : virtuelle et augmentée.
Neurochirurgie, CEO Revinax, Montpellier**

DÉFINITIONS :

La réalité virtuelle est immersive avec sensation de vécu émotionnel à l'aide d'un casque servant à la formation à une procédure à laquelle on a l'impression de participer. C'est un outil de formation opératoire AVANT la procédure.

La réalité augmentée est non immersive à l'aide de lunettes pendant une procédure qu'elle contribue à réaliser en augmentant l'environnement opératoire. C'est un outil d'assistance opératoire qui peut parfaire une formation PENDANT la procédure.

RÉALITÉ VIRTUELLE :

Images vidéos - 360° environnement et contexte - 180° apprentissage mimétique et réduction des erreurs. Images de synthèse - jeux vidéo - imagerie anatomique du patient.

RÉALITÉ AUGMENTÉE :

Affichage per-opératoire de ressources pédagogiques (video, anatomie 3D, endoscopie, fluoroscopie) - indications du mentor - données de l'imagerie (navigation, surimpression et planification).

CONCLUSION :

Continuum pédagogique pré et per opératoire pratique et technique avec l'apparition de nouvelles lunettes permettant d'utiliser réalité virtuelle et réalité augmentée avec le même équipement.

**- Marc-Olivier Gauci - Formation chirurgicale sur jumeau numérique en orthopédie.
Chirurgie orthopédique, Président CAOS, Nice.**

PRINCIPE DE LA FORMATION CHIRURGICALES ASSISTÉE PAR ORDINATEUR

L'acquisition des savoirs n'est plus réalisable uniquement dans un environnement clinique : augmentation des coûts, diminution des heures de service, préoccupations éthiques, intérêt du cadavre grâce à l'organisation du don du corps.

FORMATION PAR LE COMPAGNONNAGE clé de l'accès à l'expertise avec des contraintes importantes :

Organisation complexe économique et écologique

Accès inégal à la formation (inscription, transport, hébergement)

Accessibilité inégale du fait de l'éloignement temporel et géographique

Pertinence variable des exemples proposés

Risque septique par encombrement du BO en personnes et en matériel.

« SURGIVERSE » : programme de formation à la carte avec un jumeau numérique 3D. « Architecture Cloud » sur plateforme numérique puissante à distance (Metaverse) : accès facile libre et instantané (pas d'application,

pas de téléchargement) via internet utilisation collective très simple (opérateur expert, futur opérateur, IBODE, anesthésiste, IADE) tous les formats possibles (imagerie, video, texte) planning préopératoire avec création du jumeau numérique 3D à partir des éléments nécessaires du dossier du patient. Il est ensuite superposable à la vision opératoire, à l'aide d'un casque de réalité augmentée au BO banque de données utilisables à des fins pédagogiques.

FORMATION DES ÉQUIPES OPÉRATOIRES : IDE, IBODE, IADE : Logistique, jumeau numérique de l'organisation du BO. Plateforme opératoire virtuelle accessible en permanence et ouverte aux innovations pédagogiques.

CONCLUSION : Proposition du jumeau numérique comme alternative souple et comme complément très commode par la liberté qu'il offre au compagnonnage clinique traditionnel.

DISCUSSION : Michel Merle, Fabrice Duparc, Dan Benhamou, Hervé Thomazeau.

TABLE RONDE 4 - COMMENT EVALUER LES FORMATIONS PRATIQUES ? **Jean-Claude Couffignal et Arnaud DeLafontaine, comoderateurs.**

Bernard Devauchelle - Conférence sur l'Institut Faire Faces d'Amiens.

PU-PH, Chirurgie maxillo-Faciale, Amiens

« Des doigts au bout des yeux ». Édité à part sur le site de l'Académie Nationale de Chirurgie.

Matthieu Roumiguié - Réalité du compagnonnage digital dans le perfectionnement opératoire. PU-PH, Urologie, Toulouse.

PERFECTIONNEMENT OPÉRATOIRE : Avec les bouleversements technologiques, la VIDÉO a envahi le BO. Elle permet la « pratique délibérée » dont l'efficacité est reconnue par rapport à la pratique naïve pour la qualité et la rapidité de la formation pratique des opérateurs, qu'elle soit initiale ou continue. Pour cela un encadrement est très utile

La vidéo intéresse les 3 temps d'une procédure : avant pour la préparer, pendant pour l'effectuer et après pour vérifications et contrôles éventuels.

EXEMPLE DE LA CHIRURGIE ROBOTIQUE : Le fabricant INTUITIVE organise des stages de formation à l'utilisation de robots en chirurgie abdominale et thoracique à ORSI (Belgique) et à l'IRCAD (Strasbourg). Le futur utilisateur apprend le fonctionnement de la machine, son principe et sa mise en pratique en effectuant plusieurs stages.

Ensuite il se retrouve seul confronté à la réalité du patient, soit comme futur chirurgien en formation initiale mais encore accompagné par ses enseignants, soit comme chirurgien confirmé en formation continue.

EKA SURGERY : EKA SURGERY encadre cette « solitude » en offrant une plateforme numérique permettant l'analyse des procédures et leur critique secondaire par des experts proposant les améliorations utiles.

Le système est organisé en 3 temps : envoi de la vidéo de la procédure à EKA, remise en forme de la vidéo par l'équipe d'EKA puis commentaires et critiques par l'expert qui renvoie la vidéo à l'opérateur.

RÉSULTATS : Le recul est insuffisant (début en 2023) et les utilisateurs de la structure encore peu nombreux (essentiellement des urologues de la région de Toulouse pour le moment). Cette méthode de « pratique délibérée » est à évaluer.

Mais les bénéfices du procédé sont manifestes : gain de temps, gain de confiance en soi, optimisation des procédures, stock de procédures commentées pouvant être reproduites à volonté par l'opérateur en séances d'entraînement (comme les sportifs et les musiciens).

CONCLUSION : Cette forme de compagnonnage digital valorise le maintien de ce type de formation pratique dans l'univers numérique qui envahit la pratique opératoire et demande à être maîtrisé par l'enseignement de la « pratique délibérée ».

**Chris Simmonds - Analyse comparative des compétences.
Consultant, Surgical science.**

PROGRESSION FONDÉE SUR LES COMPÉTENCES vs FORMATION STANDARD

Étapes définies clairement VS		Buts de formation imprécis et mal structurés
Évaluation par des experts	VS	Pas de repères
Mesures objectives	VS	Pas de mesures objectives
Progression par étapes à franchir pour poursuivre	VS	Étapes appréciées par l'étudiant
Rétroaction continue	VS	Pas de suivi continu de la progression

MÉTA-ANALYSE DES RÉSULTATS DE LA PROGRESSION FONDÉE SUR LES COMPÉTENCES

:Réduction du nombre d'erreurs de 60% ($p < 0,001$). Temps de procédure réduit de 15% ($p < 0,03$). Augmentation du nombre d'étapes effectuées dans le temps de formation ($p < 0,001$).

COMMENT DÉFINIR LA COMPÉTENCE ?

Cursus comprenant les compétences techniques
Repères d'experts pour chaque étape
Nombre défini de répétitions pour chaque étape de la formation.

PRÉDICTIVITÉ DE L'APTITUDE CHIRURGICALE PAR LA SIMULATION SUR DES

RÉFÉRENCES D'EXPERTS : Étude portant sur 155 étudiants ayant à effectuer 5 exercices

Compétence fixée à 2 succès consécutifs

Meilleurs 44 mn en moyenne (5,9%)

Médiocres 202 mn en moyenne (11%)

Prédictivité par l'IA du temps nécessaire aux étudiants pour devenir compétents.

EXEMPLES : DIU de chirurgie robotique de Nancy (2008 / 2024) : Cours de 5 jours, objectifs définis, références d'experts précises. Concept validé par des centres de formation aux USA, en Chine et en Belgique.

ERUS : cours de 12 semaines de formation à la prostatectomie radicale robotique. En 5 ans 86% des 143 étudiants ont réalisé une prostatectomie robotique à la fin du cours.

NHS au Royaume-Uni : Prostatectomies radicales de 2004 à 2017 : 62258 dont 25208 robotiques. L'apparition de la chirurgie robotique a coïncidé avec l'amélioration des compétences des opérateurs les moins performants dont les résultats se sont rapprochés de ceux des plus performants (durées de séjour et complications).

AVENIR DE LA MÉTHODE : Développement de la vidéo pour analyser et standardiser les étapes des procédures chirurgicales, analyser et affiner les gestes opératoires.

Développement de l'usage de l'IA pour apprendre des experts et enseigner aux étudiants.

CONCLUSION : Par rapport à la formation pratique conventionnelle, la formation fondée sur les compétences améliore les performances des futurs chirurgiens, diminue leurs erreurs et raccourcit leurs durées opératoires en augmentant le nombre d'étapes correctes de l'apprentissage

Richard Gouron – Evaluation des connaissances cognitives. PU-PH, Chirurgie pédiatrique, Amiens.

COMPÉTENCES NON TECHNIQUES (CNT) :
Compétences Procédurales (BLOC MIROIR)

COMPÉTENCES COGNITIVES : analyse des situations, planification chirurgicale, prise de décision rapide, aptitude à gérer l'imprévu, capacité à interpréter les données médicales.

Compétences Sociales : communication efficace avec l'équipe chirurgicale, collaboration interprofessionnelle, empathie avec les patients et leur famille, gestion du stress et maintien du calme, leadership, coordination de procédures complexes.

SENSIBILISATION RÉCENTE AUX CNT :

2009 Mac Culloch - Travail sur la prise de décision, la gestion de l'équipe, le rôle du stress et de la fatigue en référence à ce qu'il se fait dans l'aviation civile. Mise en évidence de réticences à l'autorité et au débriefing dans l'apprentissage des CNT.

2022 Coblanchi - Revue de la littérature soulignant l'importance des CNT pour faire face aux défis inattendus, aux urgences chirurgicales et aux nouvelles techniques.

75% des événements indésirables au BO relèvent de CNT et non pas de compétences techniques (CT).

ÉVALUATION DE LA FORMATION AUX CNT : junior en formation initiale (collèges nationaux) et senior en formation continue (sociétés savantes).

Cours : définition et explications

Vidéos démonstratives : sensibilisation aux défaillances des opérateurs en formation Simulation : entraînement et amélioration des compétences dans des conditions proches de l'exercice normal (Formateurs, coût et facilité de répétition).

Simulation Haute-Fidélité associant formation technique et formation aux CNT individuelle et en équipe (exemple : simulation d'incidents de CEC).

OUTILS D'ÉVALUATION DES CNT (Opérateurs et équipes par des Scores OSATS) : NOTSS (Non Technique Skills for Surgeons) Équipe d'Aberdeen (Fin et coll. 2007).

Oxford-NOTECHS : Simulation et vie quotidienne du BO (Robertson et coll. 2014).

ICARS system - Robotique chirurgicale avec télémanipulation : organisation du BO, mises en situation de crise, maîtrise des défaillances matérielles (Raison et coll. 2017), (Nathan et coll. 2023) et (Packi et coll. 2023).

Évaluation OBJECTIVE des CNT : mesures par capteurs sensoriels et « eye tracking » (Cha et coll. 2022 et 2024). Environnement simulé au BO (Bloc Miroir d'Amiens).

CONCLUSION :

Apprendre à gérer la « panne moteur » en instituant une culture des CNT aboutissant à une certification complémentaire des opérateurs et des équipes qui est sans obligation réglementaire actuellement (simulation, bloc miroir, NOTSS...).

**Hervé Thomazeau - Réflexions sur la validation « universitaire » des compétences techniques.
PU-PH, Chirurgie orthopédique, Rennes.**

OBLIGATION RÉGLEMENTAIRE (Réforme du 3^e cycle du 21 avril 2017) :

Validation des compétences techniques et des compétences théoriques Schéma de Benoit Schlemmer et d'Olivier Farges :

Évaluation continue des connaissances des phases socle et d'approfondissement

Validation des compétences des phases socle, d'approfondissement et de consolidation par les formateurs

Certification des compétences par les doyens délivrant un Diplôme d'Études Spécialisées (DES) en fin du 3^e cycle pour les 13 spécialités chirurgicales (44 en tout).

OUTILS DE VALIDATION DES COMPÉTENCES TECHNIQUES (CT) :

Évaluation « sommative » fondée sur un programme sur 6 ans.

Évaluation « formative » fondée sur le compagnonnage avec des « maîtres ». Évaluation « certificative » fondée sur la double documentation des acquis : quantitative par portefeuille numérique d'actes ciblés cotés comme « acquis en autonomie » (Log Book) qualitative par examen par simulation avec outils reproductibles et validés »

MODALITÉS D'ÉVALUATION DES CT (arrêté du 21 avril 2017) :

Évaluation des CT par le Maître de stage au terme de chaque stage.

Évaluation de l'apprentissage technique individuel et de l'apprentissage du travail en équipe par le responsable du centre de simulation.

Portefeuille numérique des interventions réalisées.

Validation des CT au terme de la phase de consolidation (objectifs pédagogiques des connaissances et de la compétence) suivi d'un examen final national sur dossiers cliniques.

COMMENT RENDRE « OBJECTIVE ET REPRODUCTIBLE » : LA VALIDATION UNIVERSITAIRE D'UNE CT ?

Les chiffres : en France en 2024, dans 26 UFR, 5658 étudiants du 3^e cycle en chirurgie, dont 150 en chirurgie orale et 1410 en gynécologie-obstétrique.

Simulation sur maquette dont le coût est augmenté par la nécessité de plusieurs gestes Sujets du corps incontestables « Gold Standard » très contraignants (décret 2022-719). Et Simulation numérique permettant de simplifier, de multiplier et de diversifier les procédures, mais dont le coût est certain.

CONCLUSION : Chantiers en cours (il reste beaucoup à faire) :

Finaliser les programmes de formation technique.

Finaliser un portefeuille numérique commun (Log Book).

Financer la simulation technique.

Ouvrir des centres de simulation avec leurs agréments.

Mutualiser régionalement les formations (HUGO).

Augmenter les effectifs de formateurs universitaires et non universitaires

Organiser la formation des formateurs.

**Gabriel Saiydoun - Intérêt du Log Book ?
Dr Junior, Chirurgie Cardiaque, Président CNJC, Paris.**

Réforme du 3^e cycle : comment acquérir les compétences cliniques, techniques et comportementales ?

Les 7 étapes de l'apprentissage (HI Dreyfus) :

Transmission des règles du savoir de base

Mise en application des problématiques du savoir

Acquisition des compétences

Grande compétence charnière entre le compagnonnage en centre de simulation et le compagnonnage au BO

Expertise

Maîtrise

Sagesse pratique

Rapport 2022 de l'Académie de Chirurgie sur la formation initiale des futurs opérateurs (Olivier Farges, coordinateur) :

Anticiper la possibilité pour les étudiants insuffisamment préparés d'un complément de formation à l'issue de chacune des 3 phases de leur formation

Renforcer le tutorat au cours des 2 premières années

Utiliser les outils permettant d'évaluer les compétences techniques et comportementales (portefeuille et centres de simulation).

Étude du CNJC 2023 sur l'intérêt de la simulation en chirurgie (Gabriel Saiydoun coordinateur) :

Augmentation de la confiance du futur opérateur

Raccourcissement de sa courbe d'apprentissage

Réduction de ses complications.

LE PORTEFEUILLE (OU LOG BOOK) ET LE REGISTRE :

Base de données individuelle (portefeuille) et collective (registre) par spécialité chirurgicale (exemples Epicard et Epithor) véritable « mine d'or ».

Constituée en partenariat avec les instances professionnelles (FSM, CNP, sociétés savantes, collègues d'enseignement, conférence des doyens, CNU et HAS).

Le Log Book au service du futur opérateur (portefeuille) Démonstration pratique du futur opérateur avec son smartphone :

Consignation au jour le jour de l'activité opératoire quotidienne véritable mémoire de l'activité individuelle, véritable instrument pédagogique de clarification de la formation.

Permettant le suivi au fil de la formation, l'autoévaluation, les audits d'évaluation, les comparaisons avec les collègues et les transmissions au jour le jour.

Chaque Log Book est accessible au service de la collectivité médico-chirurgicale (registre) :

Évaluation des stages individuelle et collective

Études mono et pluri centriques

Constitution d'une mémoire collective évolutive fondement de l'IA.

CONCLUSION :

Le Log Book est l'outil de base de la formation des opérateurs dans un avenir en pleine mutation qu'il soit utilisé comme un portefeuille individuel ou comme un registre collectif.

« Véritable couteau suisse », c'est un outil simple, commode et rapide d'utilisation.

Élément pédagogique indispensable et incontournable, il facilite le suivi de la progression des acquis tout au long du cursus du futur opérateur. Élément comparatif ayant vocation à être exhaustif, il permet d'évaluer et de valoriser l'accompagnement des enseignants et la qualité de leur formation.

**- Jean-Pierre Henry - Comment sélectionner les futurs opérateurs ?
Pilote de chasse, Stan Institute, Nancy.**

SÉLECTIONNER LES FUTURS OPÉRATEURS comme les pilotes de chasse.

En évitant l'écueil informatique habituel avec l'IA : Garbage IN / Garbage OUT - Rubbish IN / Rubbish OUT
Déchets Entrée / Déchets / Sortie.

ALORS COMMENT ?

En présentant les 3 compétences requises : techniques, cognitives et sociales.

En précisant la durée d'apprentissage (6 ans) et le niveau alors requis (80%) pour la formation d'un opérateur.

En sachant que la prédictivité de sélection sur 6 ans est irréaliste.

Par exemple la sélection des futurs pilotes de chasse dure 3 jours et demi avec une prédictivité de 18 mois alors que 5 ans sont nécessaires pour former un pilote de chasse. Ainsi est-il possible de prévoir le niveau obtenu de 30% en 2 ans de formation des pilotes de chasse. Pourquoi pas avec les futurs opérateurs ?

La prédictivité de sélection est encore plus intéressante si on se concentre sur le niveau initial de compétences (plus ou moins élevé) et sur le rythme de progression (plus ou moins rapide).

Mais il s'agit d'éléments encore incertains parmi lesquels l'intuition des formateurs joue un rôle important. Ce qui justifie des évaluations régulières pour affiner la sélection.

CONCLUSION : 5 Questions : Quelles compétences recherchées ? Quel type ? Quel Niveau ?

La sélection doit-elle être initiale et / ou périodique ? Quelle réorientation prévoir en cas d'échec ?

DISCUSSION : Luc Mouthon, Jean-Claude Couffinal, Arnaud Delafontaine, Gabriel Saiydoun.

TABLE RONDE 5 - COMMENT ACCREDITER LES OPERATEURS ?

Luc Mouthon et Gabriel Saiydoun, comodérateurs

Certification et re-certification. Olivier Goeau-Brissonnière - PU-PH, Chirurgie Vasculaire, Président FSM, Paris.

PRINCIPES DE LA CERTIFICATION PÉRIODIQUE :

Constituée d'actions proposées dans des référentiels rédigés et actualisées par les CNP et réalisées au titre du DPC, laissées au libre choix de l'opérateur avec une périodicité de 6 ans "au fil de l'eau". Une trentaine de référentiels existe actuellement sur 44 spécialités. Obligatoire depuis l'ordonnance du 19 juillet 2021. Gérée par les CNP qui jouent un rôle clé dans sa mise en œuvre en regroupant pour chaque spécialité labellisée : sociétés savantes, collèges d'enseignement, organismes d'accréditation et syndicats.

Objectifs : maintien des compétences, qualité des pratiques professionnelles et mise à niveau des connaissances. Blocs d'actions participent à la certification :

- bloc 1 - Actualiser les connaissances et les compétences
- bloc 2 - Renforcer la qualité des pratiques professionnelles
- bloc 3 - Améliorer l'ensemble des relations avec les patients et leur famille
- bloc 4 - Mieux prendre en compte sa santé personnelle.

Pour chaque opérateur sont prévus : Un compte individuel des actions de certification périodique suivies sur une plateforme élaborée par Thalès et gérée par l'Agence du numérique en santé (ANS). Un contrôle de l'obligation assuré par l'Ordre des Médecins. Un accompagnement par les CNP.

RÔLE CLÉ DANS LE SUIVI ET L'AMÉLIORATION DES PRATIQUES :

Continuité avec la certification initiale (DES). Adaptation à l'exercice réel de l'opérateur suivant l'évolution des techniques et des actes. Conduite au « fil de l'eau ».

REGISTRES AU SERVICE DU SUIVI DES PRATIQUES : Référentiels chirurgicaux requis dans la réforme des autorisations d'exercice des EDS : « Les EDS doivent permettre aux chirurgiens de renseigner les registres de pratique » mis en place par les CNP sur la plateforme de la FSM (décret récent en Conseil d'État).

Registres « couteau suisse » du suivi des pratiques (25 actuellement sur cette plateforme) : suivi au « fil de l'eau » de l'évolution des techniques, des actes, des DMI et de l'inscription provisoire de nouveaux actes destinés à être validés par un registre particulier en partenariat avec le Haut Conseil de la

Nomenclature. Études post-inscription à la HAS.

- Évaluation et comparaison entre méthodes, produits et procédures
- co-évaluation des pratiques avec les patients (PREMS et PROMS)
- intégration dans les Log Books.

CONDITIONS DE RÉUSSITE DE LA CERTIFICATION PÉRIODIQUE :

Référentiels simples adaptés aux contraintes du métier et aux attentes des patients
Dispositif restant à la main des CNP Plateforme de gestion gérée par l'ANS, le plus possible automatisée, conçue avec les utilisateurs et de fonctionnement fluide entre professionnels favorisé par une réflexion unitaire dans chaque CNP Seule obligation : la Certification Périodique.

CONCLUSION :

La certification périodique est l'opportunité d'une AUTORÉGULATION RAISONNÉE de la profession.

Lionel Collet - PU-PH, ORL, Président HAS.

Accréditation des praticiens et des équipes médicales : un modèle d'autorégulation professionnelle encadré par la HAS.

OBJECTIF DE MAINTIEN DES COMPÉTENCES DES OPÉRATEURS ET DE L'AMÉLIORATION DE LEURS PRATIQUES Obligation triennale de DPC :

Pour les membres des 7 professions de santé ayant un Ordre professionnel, obligation pour leurs membres de suivre une certification périodique tous les 6 ans.

Accréditation vaut DPC.

Les actes de DPC, de FMC et d'Accréditation sont à prendre en compte au titre de la certification périodique car ils répondent aux exigences de celle-ci.

PROGRAMME D'ACCREDITATION :

Développé depuis 2007 à la suite de la crise assurantielle des praticiens « à risque » du secteur libéral.

Programme volontaire de gestion des risques médico-chirurgicaux.

Cible bien identifiée des médecins et des équipes médicales exerçant une spécialité dite « à risque » en EDS.

Mise en œuvre par des organismes agréés par la HAS par spécialité pour gérer le programme et les praticiens (16 OA + 2 en projet).

En constante évolution : Modèle d'accréditation 2024 autour de 5 thèmes : amélioration des pratiques professionnelles, du travail en équipe et de la sécurité du patient, relation avec le patient et attention à la santé du professionnel.

SITUATION ACTUELLE :

Praticiens éligibles à l'accréditation 35000, accrédités moins de 10000 (moins de 30%), chiffres variables selon les spécialités.

Les équipes stimulent l'accréditation passant en 10 ans de 1 à 311 (2014 à 2023).

Moins motivé sur le plan assurantiel, le secteur public ne compte qu'environ 35% d'équipes accréditées par rapport au secteur libéral (enquête 2023 sur 311 EDS).

Rôle majeur de l'accréditation dans la formation pratique des opérateurs tout au long de leur carrière : formation initiale certes mais surtout formation continue (FMC) pour acquérir de nouvelles pratiques d'une part et surtout pour évaluer et améliorer la routine, gage d'efficacité pour le plus grand nombre de patients, d'autre part.

CONCLUSION :

L'accréditation des praticiens est un modèle puissant et souple d'amélioration continue de la prise en charge des patients. Fondé sur le volontariat, il contribue à enrichir le système de santé français en le simplifiant.

- Guy Vallancien - Qu'attendre des futures écoles de chirurgie ? Comment accréditer les opérateurs ?
PU-PH, Urologie, Paris.

Première Question : AVENIR DU MÉTIER DE CHIRURGIEN :

Fragmentation : hyperspécialisation, délégation de procédures à un personnel infirmier compétent, développement des ingénieurs opérateurs.

Évolution : couple opérateur-technologie centré sur une aire anatomique donnée avec ses pathologies propres évoluant au fur et à mesure des progrès technologiques et opératoires et conduisant à réapprendre régulièrement le métier.

Avenir : rétrécissement progressif du monde chirurgical à la prise en charge des urgences (Jean Moreaux). Conséquence sur la formation pratique : raccourcissement prévisible de sa durée nécessaire à 4 ou 5 ans.

Deuxième Question : QUELLE ACCREDITATION POUR LES CHIRURGIENS ?

Évaluation plutôt que certification, accréditation ou sélection : savoir qui fait quoi. Évaluation de la pertinence des prises en charge et de la qualité des résultats.

Avec 6 critères objectifs dans l'exemple de la prostatectomie radicale :

lors du séjour : taux de décès, de reprise chirurgicale, de transfert dans un autre service et de transfert dans un autre EDS

2 dans les suites à distance : marge d'exérèse positive et taux de PSA Avec l'évaluation subjective du patient (incontinence urinaire, impuissance), état des lieux AVANT et APRÈS l'opération.

Automatisation de cette collecte permettant à l'opérateur et aux instances de la profession de se situer à tout moment dans la norme française de sa spécialité en se comparant à ses collègues.

CONCLUSION :

SIMPLIFICATION fondée sur le CONSTAT de la diminution progressive de la part des opérateurs dans l'évolution de la prise en charge des pathologies et sur le recueil AUTOMATIQUE de critères objectifs permettant le suivi quotidien de leur pratique opératoire.

- Alain Saraux : Quel avenir pour les futures écoles de chirurgie en réseau ? HUGO. PU-PH, Rhumatologie, Brest.

ENTITÉS COMPLÉMENTAIRES : HUGO et GIRCI.

HUGO - Hôpitaux Universitaires du Grand Ouest (Brest, Rennes, Nantes, Angers et Orléans ainsi que les CH de ces régions.

Groupe de Coopération Sanitaire (GCS). Autofinancement hospitalier. Direction : Déléguée générale - Coordinateur médical - Chargés de missions.

AG : Directeurs d'hôpitaux, présidents de CME, doyens, VP recherche, présidents DRCI. GIRCI

- Groupement Interrégional de Recherche et d'Innovation. Financement DGOS. Même organisation donnant davantage de puissance à l'ensemble.

HUGO - GCS : Partage des types de formation, des effectifs de formation, des stratégies de recherche et d'innovation.

Plateformes exemplaires : SIM HUGO - Plateforme de formation procédurale Ouest Data Hub - Plateforme

Interrégionale de données de santé DIAGHO - Plateforme d'interprétation des données génomiques

GIRCI a des missions voisines : Formation des professionnels, soutien de la recherche clinique, mutualisation des moyens, gestion des appels d'offre.

Réseaux de compétence (par exemple avec l'Europe).

Réseaux investigateurs (par exemple en orthopédie HUGORTHO).

EXEMPLE EMBLÉMATIQUE :

Apprentissage de la chirurgie ophtalmologique par la réalité virtuelle avec un simulateur mobile. Section Grand Ouest du Collège des Ophtalmologistes Universitaires de France (COUF-Hugo). Financement par les 3 ARS de deux appareils mobiles d'une formation tournante.

TEE PEE - Structure de cadrage éthique et juridique des relations avec les industriels réalisant une véritable charte de partenariat. Gérée par HUGORTHO valable pour tous les CHU du réseau.

CONCLUSION :

HUGO / GIRCI illustre la FORCE DES RÉSEAUX INTERRÉGIONAUX.

Pour dynamiser et homogénéiser la triade soin, enseignement et recherche.

En renforçant la mutualisation des moyens, la diversification des financements, la facilitation générale des échanges entre les CHU membres du réseau.

- Jean Sibilia - PU-PH, Rhumatologue, Doyen, Strasbourg. Problématique des financements des financements publics de la formation pratique des opérateurs.

FORMATION PRATIQUE MULTIMODALE :

Le TRIO de base : cadavres (réorganisation du don du corps), modèles animaux (gros et petits) et outils numériques (simulation, réalité virtuelle).

Le COMPAGNONNAGE au BO reste le fondement de la formation pratique des opérateurs.

PROBLÉMATIQUE DE L'ACCUEIL DES ÉTUDIANTS AU BO :

Le DUO « soft-skills » (comportement de l'équipe) et « technical skills » (procédures opératoires).

La GESTION des SITUATIONS DE CRISE comportementales à l'origine d'ambiances pouvant être délétères pour l'acclimatation des étudiants au BO.

TRIPLE MODÈLE DE FINANCEMENT des futures « écoles de chirurgie » :

Par l'ÉTUDIANT pour les nombreux DU et DIU dont les budgets doivent être à l'équilibre (activité salariée accessoire, emprunt, soutien familial, bourses). Coût annuel estimé de la formation des futurs opérateurs 8000euros.

Par les POUVOIRS PUBLICS, c-à-d par l'impôt, avec plusieurs formules actuellement insuffisantes compte tenu de l'accentuation des coûts des matériels nécessaires notamment de la simulation technologique (CHU, hôpitaux, structures administratives, DGOS).

Une étude très poussée a été présentée en 2023 au ministre de la santé, sur le financement de la simulation dans le cadre de la réforme du 3^e cycle par Didier Carrie, doyen de Toulouse, Luc Mouthon président de CNCM et plusieurs experts, dont Hervé Thomazeau.

Par le PRIVÉ (industriels, laboratoires pharmaceutiques, donations). Mais la loi actuelle limite le soutien privé en l'interdisant aux futurs chirurgiens en formation initiale.

CONCLUSION :

Il y a des solutions mais tout est à construire de manière pérenne.

Jacques Marescaux et Antonello Forgione - Problématique du financement privé de la formation pratique des opérateurs. PU-PH, Chirurgie viscérale, Ircad, Strasbourg.

OPPORTUNITÉ DU FINANCEMENT PRIVÉ IRCAD CENTRE DE FORMATION PRATIQUE

Personnel et structure entièrement consacrés à la formation pratique sur 15000 m².

En 30 ans (1994 - 2024) 800 experts internationaux, 8000 stagiaires, 159 nationalités. Coût d'uncours de 1 semaine : 150000 euros sans les salaires IRCAD.

Ressources humaines : 125 ETP.

Équipements dernier cri : 32 robots (Intuitive, CHR, Stoitz, Medtronic, Endoquest, Cook Médical). Ménagerie, 20 colonnes coelioscopiques, 20 colonnes d'endoscopie flexible, 20 tables opératoires, 3 auditoriums, plateformes pour simulateurs, animaux et cadavres.

SYNTHÈSE DE CULTURE ACADÉMIQUE ET INDUSTRIELLE :

Dispositifs médicaux de pointe mis à niveau tous les 2 ans. Équipe performante motivée par l'excellence.

Partenariat R&D avec transfert de technologie (150 brevets). Tests d'évaluation par l'université de Strasbourg.

Experts choisis sur des critères scientifiques.

CONCLUSION :

Pas de formation sans coopération avec l'industrie.

L'exemple du partenariat IRCAD / Académie de Chirurgie est bénéfique pour chacun : pour l'Académie les ressources de l'industrie (organisation, rigueur, ingénierie) et pour l'IRCAD les ressources prévisibles du savoir et du savoir-faire de l'Académie.

Ce partenariat est la SOLUTION du financement de la formation pratique des opérateurs.

DISCUSSION : Lionel Collet, Gabriel Saiyoun, Luc Mouthon, Olivier Jardé, Michel Lefranc, François Richard, Sébastien Frey, Éric Glicenstein, Antonello Forgione, Guillaume Bailly, Richard Villet, Jean Sibilia, Albert-Claude Benhamou.

CONCLUSION DU COLLOQUE

Président Olivier Jardé.

La transversalité est nécessaire, l'organisation des futures écoles de chirurgie territoriales est indispensable, l'évaluation est introduite dans notre culture et la réduction des courbes d'apprentissage s'impose grâce aux nouvelles technologies. Les questions débattues lors du colloque vont être approfondies par des groupes de travail qui rendront leurs propositions lors des RICF 2024 fin octobre.

La journée est visible en intégralité sur YouTube – Académie de chirurgie.

CHAPITRE II/ LES MÉTHODES DE FORMATION

ANALYSE CRITIQUE, ACCESSIBILITÉ, COÛT, EFFICACITÉ

PLACE DANS LA FORMATION :QUAND, POUR QUI, COMMENT ?

1. IMPORTANCE D'UN COMPAGNONNAGE STRUCTURÉ

Xavier POULIQUEN

Au sein des spécialités médicales, la chirurgie a ceci de particulier qu'elle exige, en plus d'une formation médicale et scientifique, une importante formation pratique, opératoire. Il n'est pas étonnant que celle-ci soit recherchée en priorité par les internes en chirurgie, car ils n'ont que cinq ans pour acquérir, de façon encadrée, l'essentiel d'un artisanat manuel avant de commencer à l'exercer en tant que seuls responsables. En chirurgie viscérale, ouverte ou laparoscopique, et pour des raisons d'organisation des services hospitaliers, la plus grande partie de cette formation ne peut être reçue qu'à l'intérieur de ces services dont l'interne reste la cheville ouvrière. Les autres formations techniques, délivrées dans des écoles de chirurgie régionales ou inter-régionales quand elles existent, ne peuvent jouer qu'un rôle de complément, précieux mais nécessairement bref et coupé du contact avec l'opéré, et donc insuffisant à lui seul.

Cette réflexion sur le compagnonnage repose sur une expérience de formation d'internes dans un département de chirurgie viscérale (regroupant trois services : chirurgie digestive, urologie, chirurgie thoracique et vasculaire), durant une période de 25 ans, accompagnée et suivie par des missions humanitaires de formation en chirurgie essentielle.

Dans cette expérience, mes collaborateurs et moi-même n'avons jamais douté du bien-fondé du compagnonnage comme base de cette formation. La motivation des internes n'a fait que renforcer cette conviction et entretenir cette transmission d'homme à homme dans l'échange d'informations et le partage du travail entre seniors et juniors au profit de chacun.

Encore faut-il s'entendre sur le vrai et les faux compagnonnages, notamment en matière de formation opératoire...

1. Qui dit compagnonnage ne dit pas :

- *Copiage*, qui ne sait pas mettre la main de l'autre à la tâche : "Fais comme moi, regarde comme j'opère [bien...]"
- *Dressage*, qui ne sait rien expliquer : "Fais comme cela, parce que c'est comme ça..."
- *Copinage*, qui se veut sympathique, sinon démagogique : "Fais comme tu veux, tu es le meilleur..."

Le vrai compagnonnage opératoire, comme celui des *Compagnons du devoir*, est un compagnonnage structuré, encadré, responsable, contrôlé pas à pas, réfléchi et commenté de part et d'autre.

2. Qui dit compagnonnage dit éthique partagée

On peut améliorer sa pratique opératoire ailleurs qu'en salle d'opération, comme l'explique le paragraphe suivant, et comme le permet aujourd'hui de façon croissante l'accès à des transmissions vidéo ou à des simulateurs. Mais pour apprendre à opérer il faut bien qu'on opère... Cette évidence ne justifie pas pour autant la moindre entorse aux principes éthiques et sécuritaires qui doivent impérativement régir l'acte au bloc opératoire, ne pouvant être effectué que sous la responsabilité et le contrôle effectif d'un chirurgien senior. L'interne ne peut donc y opérer seul, livré à soi-même, y compris en garde et pour les urgences. Finie devrait être l'époque où, dans certains services réputés (voire recherchés...) pour cela, l'interne pouvait "se faire la main" lui-même et se glorifier d'avoir "fait" tant de telle ou telle opération en solo. L'expérience pouvait lui avoir été profitable, ne serait-ce que pour tirer réflexion et conséquence des difficultés, voire des erreurs, vécues en rapport avec cette solitude. Elle ne l'était certainement pas pour les patients ainsi opérés dans ce contexte de "mandarinat inconscient". Ce ne doit pas non plus être une faveur que fait le senior à l'interne en l'aidant du début jusqu'à la fin de l'opération quels que soient les soucis (et les dangers...) rencontrés, permettant à ce dernier d'inscrire l'opération à son compte d'"opérateur en premier" et à son maître de s'en attirer la reconnaissance... Comme dans le cas précédent, c'est le patient qui risque de faire les frais de ce "mandarinat démagogique"...

À l'opposé de ces deux exemples qui s'apparentent au *copinage* évoqué plus haut, la sécurité et la qualité du geste ainsi que la formation du junior ne peuvent que se renforcer dans un vrai compagnonnage où le senior responsable passe la main au junior chaque fois qu'il estime pouvoir le faire dans sa pratique quotidienne, compte tenu du contexte opératoire et des capacités déjà éprouvées de son élève. Loin de comporter un quelconque danger pour le patient, une telle attitude ne peut au contraire qu'être source d'une plus grande sécurité et efficacité si le maître accepte d'y consacrer un peu plus d'attention, d'explication, de décomposition et de temps qu'il ne le ferait en étant directement aux commandes.

3. Qui dit compagnonnage dit aussi théorie centrée sur la pratique

Aucun geste chirurgical ne peut être véritablement transmis si le receveur n'en comprend pas les principes et le but. Pour le transmetteur comme pour le receveur cette compréhension n'exige pas seulement un effort, mais elle implique aussi un temps consacré ainsi qu'un lieu propice. Et ce n'est pas au bloc opératoire, dans le feu de l'action et à fortiori de l'urgence, que l'on peut facilement expliquer et faire comprendre le pourquoi d'un geste et de ses petits détails... Détails risquant de passer inaperçus si le maître ne prend pas le temps de les commenter, et si l'élève de prend pas celui de les intégrer, voire de les prendre en note. Plus globalement il s'agit aussi, à partir d'une expérience opératoire singulière, de l'élargir par la réflexion à des situations voisines plus diverses que l'interne aura à affronter plus tard. D'où l'intérêt, dans cette double optique, de débriefings postopératoires. Ceux-ci peuvent au mieux s'intégrer dans de petits "cours" interactifs hebdomadaires réservés aux intéressés, distincts des staffs fonctionnels de service, illustrés au tableau ou à l'écran. Peuvent alors être abordés tous les problèmes de techniques opératoire rencontrés par les internes, de façon différente et complémentaire de celle des livres, revues ou vidéos classiques. En effet ces ouvrages ne traitent en général que des grandes lignes de conduite d'une opération donnée sans s'attarder :

- Sur les détails de chaque geste effectué ;
- Ni sur les problèmes variés ou imprévus pouvant être rencontrés lors d'une opération concrète ;
- Encore moins sur les bases, supposées connues mais qui sont fondamentales pour la réussite de toute opération et qui justifient pleinement ces réunions interactives sur des sujets rarement traités en tant que tels comme : le détail de la voie d'abord ou de la pose des trocars, les principes d'exposition du champ opératoire, les décollements (des angles et méso du côlon, de l'épiploon, du bloc DP...), les tactiques de dissection dans une anatomie remaniée (de proche en proche ou par contournement), la dissection des espaces pelviens (voie haute et basse) etc... Sans oublier, pour les plus jeunes, les bases incontournables que sont la maîtrise rigoureuse des nœuds et des sutures en chirurgie ouverte ou laparoscopique : ce n'est pas en salle d'opération que doivent se faire ces apprentissages de base mais au cours d'ateliers dirigés, parfaitement réalisables avec un matériel simple et peu onéreux même en l'absence de simulateur sophistiqué.

3. Qui dit compagnonnage dit encore conduites à tenir devant certaines situations pratiques...

... Comme devant : une hémorragie peropératoire, une plaie de viscère sain, une difficulté imprévue d'exposition ou de dissection etc... Toutes ces situations, là encore, méritent d'être développées et discutées pour elles-mêmes ou à propos de cas concrets, dans ces mêmes "cours" interactifs.

Conclusion et perspectives

Tant que les internes resteront la cheville ouvrière des services de chirurgie, seul un compagnonnage ainsi structuré permettra d'assurer l'essentiel de leur formation d'opérateurs, compagnonnage humainement et techniquement enrichi à chaque nouvelle immersion semestrielle dans une nouvelle équipe. Rien n'empêche que cette formation intra-hospitalière ne s'enrichisse aussi d'un autre type de compagnonnage par la fréquentation de réseaux interactifs de vidéos techniques. Voire, si leurs obligations et leur statut le permettent, celle de centre régionaux ou inter-régionaux dédiés à l'enseignement opératoire sur simulateurs. Les avantages de ce nouveau compagnonnage "numérisé" paraissent indéniables : élargissement du réseau des pairs, diffusion accélérée des savoirs, progrès dans la structuration des objectifs et dans l'évaluation standardisée des compétences. L'essentiel est que ne disparaisse pas ce qui fait l'essentiel du compagnonnage : *la transmission d'homme à homme d'un savoir*, que ce savoir soit celui de manier un simple instrument ou le joy-stick de commande d'un robot. Comme la chirurgie le compagnonnage est un art difficile pour le maître et l'élève. L'important est de motiver et de faire progresser l'élève, pas de le transformer en instrument ou en robot...

2. REPLACER L'ANATOMIE AU CŒUR DE LA FORMATION MÉDICALE POUR UNE MÉDECINE SECURISÉE, PERSONNALISÉE ET INNOVANTE

KRYSTEL TIMOH NYANGO (RENNES)

1. Anatomie : Science Fondamentale de la Médecine

L'anatomie est le fondement de l'éducation médicale, indispensable pour les médecins, les chirurgiens et tous les professionnels de la santé. Elle permet une compréhension approfondie des structures et des fonctions du corps humain, facilitant ainsi des diagnostics précis et des interventions chirurgicales sécurisées. **Pour tous les médecins, l'anatomie est la base de la compréhension des maladies et des traitements, et pour les opérateurs (chirurgiens et radiologues interventionnels), elle est cruciale pour planifier et exécuter des interventions complexes en toute sécurité (Allen and Roberts 2002; Lockwood and Roberts 2007).**

L'anatomie sert également de langage universel qui permet aux professionnels de la santé de communiquer avec précision et efficacité entre eux mais aussi avec le patient (Singh, et al. 2015). Une compréhension commune de l'anatomie est essentielle pour une collaboration efficace entre les différents professionnels de la santé, améliorant ainsi la coordination des soins, la sécurité et la qualité des patients. **L'anatomie est donc une science fondamentale essentielle pour assurer des soins de qualité.**

En outre, science de l'intellect et du raisonnement plus que de la mémoire, **l'anatomie est le socle de l'innovation en médecine.** Les avancées technologiques, telles que la chirurgie robotique et la radiologie interventionnelle, dépendent fortement d'une connaissance détaillée de l'anatomie. La recherche en médecine, les nouvelles techniques et procédures médicales sont souvent développées en se basant sur une compréhension approfondie des structures corporelles.

Cependant, les réformes successives des études médicales ont drastiquement réduit le volume d'enseignement de l'anatomie et il existe un nombre restreint d'enseignant d'anatomie avec un parcours exigeant (V. Delmas* 2022). Ceci impacte négativement la qualité de la formation des futurs médecins et la sécurité des patients.

Ce rapport vise à *souligner l'urgence de remettre l'anatomie au centre des études médicales et de valoriser cette discipline vitale.* Il est crucial de reconnaître l'importance de l'anatomie pour

la formation médicale et de l'intégrer de manière continue et approfondie dans le cursus médical.

2. L'Anatomie : Pilier Fondamental de la Médecine Opératoire

La connaissance de l'anatomie est essentielle dans le domaine de la médecine opératoire, incluant la chirurgie et la radiologie interventionnelle.

S'il est bien établi qu'un défaut de compétences techniques est directement liées à l'augmentation des complications post-opératoires (Birkmeyer, et al. 2013), il faut noter que ces mêmes compétences techniques ne sont associées qu'à 25% de ces complications (Spencer F 1978). Les compétences non techniques comportant les compétences cognitives tels que la connaissance de l'anatomie assurent donc les 75% restants. Pourtant dans les formations chirurgicales l'acquisition de ces compétences non techniques, ne sont que trop souvent négligées et non inclus dans les curriculums de formation pratique (Collins, et al. 2018).

De plus selon De Vries, dans le nombre total des erreurs au bloc opératoire, 50% seraient évitables (de Vries, et al. 2008). Ces erreurs par jugement et méconnaissance de l'anatomie peuvent avoir des conséquences désastreuses (Fitzgerald, et al. 2008). La mauvaise connaissance des structures anatomiques peut conduire à des erreurs graves lors des interventions chirurgicales et radiologiques, mettant en danger la vie des patients. Il est donc impératif de renforcer l'enseignement de l'anatomie pour garantir des soins opératoires de haute qualité et sécurisés.

L'anatomie doit être reconnue comme une compétence cognitive à haute valeur ajoutée, pour tous les professionnels de la santé impliqués dans la médecine opératoire (Collins, et al. 2018). La valorisation de l'anatomie dans les programmes de formation médicale est indispensable pour réduire les erreurs et améliorer les résultats chirurgicaux.

3. État des Lieux de l'Enseignement de l'Anatomie

L'état actuel de l'enseignement de l'anatomie en France est disparate, variant considérablement d'une faculté à l'autre, et en constante diminution au fil des années. Les réformes successives des études médicales, couvrant le premier cycle, le deuxième cycle et le troisième cycle, ont été associé à une réduction drastique du nombre d'heures dédiées à l'anatomie, sans que cette discipline ne soit suffisamment valorisée par l'Examen Classant National (ECN).

On peut également noter le parcours exigeant pour les PU/ MCU en anatomie nécessitant un double parcours soutenu clinique et anatomique.

Premier Cycle : Dans le premier cycle des études médicales, autrefois marqué par un enseignement intensif de l'anatomie, les heures de cours magistraux et de dissections ont été réduites. La priorité est souvent donnée à d'autres matières, ce qui laisse moins de temps aux étudiants pour acquérir des compétences anatomiques fondamentales.

Deuxième Cycle : La situation ne s'améliore guère dans le deuxième cycle. Les étudiants en médecine se voient offrir encore moins d'heures de cours pratiques et théoriques en anatomie. Cette réduction des heures est préoccupante, car elle signifie que les futurs médecins abordent leurs stages cliniques avec une base anatomique insuffisante. La palpation, l'auscultation, la recherche de signes et de symptômes s'avèrent difficile sans connaissance préalable de l'anatomie. Aussi, parmi les 323 items au programme actuel de l'ECN, 4 % seulement des questions relèvent de la chirurgie (V. Delmas* 2022).

Troisième Cycle : Dans le troisième cycle, l'enseignement de l'anatomie est presque inexistant. Les étudiants en internat, qui se spécialisent dans des domaines médicaux précis, ne bénéficient pas d'un renforcement de leurs connaissances anatomiques. Cette lacune est particulièrement alarmante pour les spécialités chirurgicales et interventionnelles, où une maîtrise détaillée de l'anatomie est indispensable. L'enseignement d'anatomie est à la charge des DES de spécialités et donc inégale et souvent inexistante. Les DU et notamment les DU d'anatomie ne sont plus exigés depuis 2017.

L'aphorisme « jamais la première fois sur le patient » est devenue le fondement éthique de la simulation médicale soulignant l'importance de la pratique préalable avant toute intervention sur des patients réels ((HAS) Mars 2024). Cependant, avec la diminution des heures de dissection et de pratique anatomique, les étudiants sont de plus en plus souvent confrontés à des premières expériences cliniques sans préparation adéquate et sans connaissance de l'anatomie de base.

Cette situation est alarmante. La réduction des heures de formation en anatomie compromet non seulement la qualité de l'éducation médicale, mais aussi la sécurité des patients. Il est impératif de revaloriser l'enseignement de l'anatomie dans tous les cycles des études médicales pour garantir que les futurs médecins disposent des connaissances et des compétences nécessaires pour exercer leur profession de manière compétente et sécurisée.

4. Un paradoxe

Le manque de cours d'anatomie dans les études médicales entraîne une diminution significative des connaissances anatomiques parmi les étudiants (Fitzgerald, et al. 2008). Cette lacune crée

un cercle vicieux où les étudiants, par ignorance et par crainte, évitent l'anatomie. En effet, l'anatomie, enseignée tôt dans les études médicales, est souvent perçue comme une matière redoutable, associée au processus de sélection strict pour l'entrée en études médicales.

Cependant, une fois le troisième cycle entamé et après leur cursus universitaire, de nombreux praticiens réalisent l'importance de la connaissance de l'anatomie dans leur pratique, que ce soit pour affiner leur sémiologie et leur pertinence diagnostique sans recours à des examens complémentaires, ou en médecine opératoire. De nombreux praticiens en médecine opératoire constatent que sa maîtrise est essentielle pour comprendre et prévenir les complications post-opératoires. Elle permet, par exemple, de reconnaître les variations anatomiques et de s'adapter dans les cas complexes. L'anatomie fournit les bases nécessaires pour améliorer les pratiques chirurgicales, contribuant ainsi à la sécurité et à l'efficacité des interventions.

Le paradoxe est donc évident : alors que l'enseignement de l'anatomie est réduit et sous-estimé durant les études médicales, son importance est redécouverte et valorisée par les praticiens en exercice (Fitzgerald, et al. 2008). Cette prise de conscience tardive se manifeste par un engouement pour l'apprentissage de l'anatomie, illustré par l'augmentation des ateliers pratiques d'anatomie organisés lors des congrès de spécialités chirurgicales et radiologiques ou par des webinaires d'anatomie. Ces ateliers permettent aux praticiens de rafraîchir et de perfectionner leurs connaissances anatomiques, comblant ainsi les lacunes laissées par leur formation initiale. Cette tendance est également renforcée par la reconnaissance croissante de l'importance de l'anatomie dans l'innovation médicale. Sa connaissance est essentielle pour développer de nouvelles techniques chirurgicales et voies d'abord. Elle stimule la créativité, car une connaissance approfondie d'une région ouvre de nouvelles perspectives. L'anatomie est donc une source d'innovation en médecine opératoire.

En conclusion, le paradoxe de l'enseignement de l'anatomie dans les études médicales met en lumière la nécessité de réévaluer et de renforcer cette discipline essentielle.

5. Quels Outils ?

De nombreux outils sont disponibles pour l'enseignement en anatomie

Pour garantir une formation de haute qualité en anatomie, plusieurs moyens d'enseignement sont utilisés. Ces méthodes vont des techniques traditionnelles aux technologies modernes, chacune apportant des avantages uniques pour l'apprentissage des étudiants en médecine (Dissaux, et al. 2024).

Nous ne présenterons pas les livres et les cours magistraux qui sont toujours d'actualités.

Les outils traditionnels

Les dissections de sujets anatomiques, pratiquées depuis des siècles, ont joué un rôle crucial dans la formation des médecins. La dissection offre une expérience pratique inégalée, permettant aux étudiants de voir et de toucher les tissus et les organes humains. En France, elles sont rendues possibles grâce aux dons du corps. La nouvelle loi de bioéthique encadre strictement l'utilisation des corps au sein des centres de dons (au nombre de 27 en France) afin de garantir le respect et la dignité des corps.

Malgré les défis logistiques et éthiques, le coût et la conservation des corps, les dissections restent très appréciées des étudiants. Elles offrent le moyen le plus réaliste pour comprendre la consistance et la texture des tissus, les rapports anatomiques et découvrir les variations anatomiques. Les étudiants peuvent ainsi acquérir une compréhension approfondie et pratique des structures corporelles, essentielle pour leur future pratique clinique.

Avec le développement de technologies comme le Simlife® par l'équipe de Poitiers (Delpech, et al. 2017), les sujets anatomiques peuvent désormais être reperfusés et reventilés, offrant des simulations procédurales (par exemple, les délicates réparations des plaies vasculaires) ou non procédurales (comme la simulation de bloc opératoire avec gestion de situations de crise) hautement réalistes (Beya, et al. 2023; Danion, et al. 2020; Delpech, et al. 2017; Donatini, et al. 2021; Rulliere, et al. 2024). Ces avancées permettent aux étudiants de pratiquer des techniques chirurgicales complexes dans un environnement contrôlé et sûr, améliorant ainsi leur préparation pour les interventions réelles.

Il est également important de noter que l'utilisation de sujets anatomiques représente souvent la première confrontation à la mort pour les étudiants en médecine. Cette expérience est fondamentale pour leur développement professionnel et personnel, les aidant à gérer les aspects émotionnels et éthiques de leur future carrière médicale.

La plastination est une technique qui permet de conserver des corps ou des parties de corps en remplaçant les fluides corporels par des polymères, rendant ainsi les tissus durables et manipulables (Riederer 2014). Elle offre une alternative précieuse aux dissections traditionnelles, permettant aux étudiants de manipuler des échantillons anatomiques préalablement choisis pour des objectifs pédagogiques prédéfinis. Bien que cette méthode présente certaines limitations, telles que le rétrécissement des tissus, la perte de texture naturelle et de détails fins, elle est largement plébiscitée pour ses nombreux avantages pratiques. Les

spécimens plastinés sont sans odeur, ce qui permet un stockage pratique et une manipulation aisée. Contrairement aux spécimens fixés au formol, ils ne nécessitent pas de réfrigération ni de systèmes d'extraction de fumées, réduisant ainsi les coûts et les contraintes logistiques. La plastination est également considérée comme relativement économique grâce à la durabilité des spécimens plastinés, qui peuvent être utilisés pendant des années sans dégradation significative. En outre, la plastination peut être effectuée avec des équipements peu coûteux, accessibles dans la plupart des départements d'anatomie. La plastination reste une méthode précieuse pour l'enseignement de l'anatomie (Chytas, et al. 2019).

Les Technologies Modernes

Les avancées technologiques ont profondément transformé l'enseignement de l'anatomie, rendant l'apprentissage plus interactif et accessible tout en répondant aux défis posés par la réduction des heures de cours traditionnels, l'augmentation de la taille des promotions et les pandémies.

Les outils de réalité virtuelle (VR) et de réalité augmentée (AR) enrichissent l'apprentissage avec des expériences immersives et interactives. Par exemple, les tables de dissection virtuelle telles que ANATOMAGE®, développées par l'Université de Stanford, permettent aux étudiants d'effectuer des dissections sur des modèles 3D grandeur nature. Ces tables intègrent des cas cliniques et physiologiques (Kavvadia, et al. 2023). Bien que le réalisme anatomique soit parfois limité, ces technologies offrent une interactivité supérieure et une reproductibilité accrue par rapport à la dissection sur cadavre, tout en complétant efficacement les méthodes traditionnelles.

La réalité augmentée permet de superposer des objets générés par ordinateur au monde réel, enrichissant ainsi la perception de l'étudiant (Zammit, et al. 2022). Par exemple, les lunettes Hololens de Microsoft permettent aux étudiants de visualiser des structures anatomiques en 3D sur leur propre corps, facilitant ainsi l'apprentissage des relations spatiales entre différentes structures.

L'impression 3D révolutionne l'enseignement de l'anatomie en permettant de créer des modèles anatomiques extrêmement précis à partir de données d'imagerie médicale. Ces modèles sont utilisés non seulement pour la planification chirurgicale et l'enseignement, mais aussi pour améliorer la compréhension visuospatiale des étudiants. Les modèles imprimés en 3D offrent une représentation tangible et kinesthésique des structures complexes, permettant aux étudiants

de manipuler et d'explorer physiquement les formes anatomiques. Cette interaction tactile améliore l'apprentissage en rendant les concepts abstraits plus concrets, et facilite la pratique des techniques chirurgicales en offrant une simulation réaliste des interventions. Grâce à l'impression 3D, les étudiants peuvent mieux appréhender la complexité et la variabilité des structures anatomiques, renforçant ainsi leur préparation clinique et leur confiance professionnelle (Chytas, et al. 2020).

Les MOOCs (Massive Open Online Courses) utilisent souvent des diaporamas PowerPoint accompagnés de narrations d'enseignants. Bien que leur valeur pédagogique soit débattue, ils offrent une flexibilité d'apprentissage appréciable. Ces cours en ligne permettent aux étudiants d'apprendre à leur propre rythme, d'interagir avec des contenus variés et de tester leurs connaissances via des quiz interactifs. Cependant, l'efficacité des MOOCs est maximisée lorsqu'ils complètent les méthodes traditionnelles plutôt que de les remplacer

Les serious games représentent des innovations significatives dans l'enseignement de l'anatomie. Ces outils permettent aux étudiants de s'entraîner dans des environnements virtuels, recréant des scénarios cliniques complexes (McGee and Stringer 2011)

L'intégration de l'anatomie dans **le métaverse et l'utilisation d'hologrammes interactifs** ouvrent de nouvelles possibilités d'apprentissage immersif. Par exemple, la HoloAnatomy® Software Suite développée par la Case Western University permet aux étudiants de « cheminer » à l'intérieur d'un corps humain virtuel, en 3D. Ces technologies permettent une immersion totale et une interaction détaillée avec les structures anatomiques, enrichissant ainsi l'expérience d'apprentissage.

Les technologies modernes et les méthodes traditionnelles d'enseignement de l'anatomie doivent être complémentaires pour garantir une éducation médicale de qualité. Même si les étudiants préfèrent encore les méthodes traditionnelles telles que la dissection, les cours magistraux et les manuels, la jeune génération est souvent attirée par les innovations pédagogiques comme la réalité virtuelle et l'impression 3D. Elle peut entrer en conflit avec les partisans des méthodes traditionnelles telles que la dissection de sujets anatomiques. Cette division peut conduire à un stress accru pour les enseignants et les étudiants. Pour offrir un enseignement optimal, il est essentiel de combiner les approches modernes et traditionnelles. En intégrant les nouvelles technologies pour enrichir, et non remplacer, les méthodes classiques, nous pouvons assurer une formation anatomique complète et efficace (Singh, et al.

2015) préparant ainsi les étudiants à une pratique clinique compétente et innovante. Ces technologies permettent de surmonter les contraintes logistiques et financières tout en offrant des outils pédagogiques efficaces et attractifs pour les futurs professionnels de la santé.

6. La Recherche et l'Enseignement en Anatomie

L'anatomie est une science vivante, essentielle à la recherche médicale et à l'enseignement. Associer une introduction à la recherche en anatomie pourrait augmenter l'intérêt et la curiosité des jeunes étudiants en médecine pour cette discipline fondamentale. Cet engagement permet de comprendre non seulement les structures de base du corps humain, mais aussi leurs variations et leurs implications cliniques.

Les dissections de sujets anatomiques restent un pilier central de la recherche en anatomie comme le souligne le rapport du collège médical des professeurs français en anatomie (Destrieux C 2021). Cette pratique permet d'explorer en profondeur les structures corporelles et de comprendre leurs variations. Les dissections offrent une occasion unique de découvrir les différences individuelles dans l'anatomie humaine, fournissant des informations cruciales pour les applications cliniques et chirurgicales (Aurore, et al. 2020). De nombreuses recherches en anatomie continuent de s'appuyer sur des dissections anatomiques pour découvrir de nouvelles connaissances et affiner les techniques médicales (R. 2003).

Les nouvelles technologies modernes d'enseignements pourraient venir de manière très efficace illustrer de façon didactique les nouvelles découvertes ou des régions anatomiques complexes (Robin, et al. 2022; Robin, et al. 2024).

La compréhension des variations anatomiques est essentielle pour une pratique médicale précise et personnalisée. Les chercheurs en anatomie étudient ces variations pour mieux anticiper les défis chirurgicaux et améliorer les techniques opératoires. Les résultats de ces recherches sont publiés, accessibles et intégrés dans l'enseignement pour préparer les futurs médecins à reconnaître et à gérer les variations anatomiques dans leur pratique clinique.

La stratification des connaissances en anatomie est cruciale pour une compréhension progressive et approfondie. Les étudiants commencent par acquérir les bases anatomiques, puis progressent vers des concepts plus complexes et spécifiques. Cette méthode d'enseignement, combinée à une recherche continue, garantit que les étudiants développent une compréhension détaillée et pratique de l'anatomie humaine.

La recherche et l'enseignement en anatomie sont intimement liés, chacun enrichissant l'autre. La dissection de sujets anatomiques, la compréhension des variations anatomiques, et le couplage de la pédagogie et de la recherche sont des éléments clés pour avancer dans cette science vivante. En continuant d'investir dans la recherche anatomique et en intégrant ses découvertes dans l'enseignement, nous pouvons assurer une formation médicale de haute qualité, capable de répondre aux défis cliniques actuels et futurs.

7. Propositions et recommandations

Pour renforcer l'enseignement de l'anatomie et répondre aux besoins croissants des étudiants et des professionnels de la santé, nous proposons une série de recommandations visant à intégrer l'anatomie tout au long de la formation médicale.

- 1- Il est essentiel **d'augmenter le nombre d'heures de cours dédiées à l'anatomie et ce dans tous les cycles des études médicales**. Une exposition prolongée et répétée aux concepts anatomiques permet d'acquérir et de renforcer les connaissances et les compétences nécessaires pour une pratique clinique sûre et efficace.
- 2- **Rendre l'apprentissage de l'anatomie plus attractif et engageant**, il est crucial de compléter la formation magistrale avec des méthodes d'enseignement dirigé. Cela inclut les dissections de sujets anatomiques, qui permettent une compréhension pratique et tangible des structures corporelles. Bien que traditionnelle, la dissection est irremplaçable pour l'enseignement en anatomie. L'utilisation de technologies modernes pour la visualisation en 3D, telles que la réalité virtuelle et augmentée, offre des expériences immersives qui enrichissent l'apprentissage. De plus, l'impression 3D permet la création de modèles anatomiques précis pour l'étude et la pratique chirurgicale, offrant une réalité physique tangible des structures étudiées.
Impliquer des groupes de monitorat dans la vie du laboratoire d'anatomie peut également enrichir l'apprentissage des étudiants. Ces groupes, composés d'étudiants avancés et de professionnels, peuvent guider et soutenir les nouveaux étudiants, facilitant ainsi une compréhension plus profonde et pratique de l'anatomie.
- 3- Il est important de **structurer l'enseignement de l'anatomie par cycle**. Dans le premier cycle, l'enseignement doit se concentrer sur l'anatomie générale, couvrant les bases et les fondements de la structure corporelle. Dans le deuxième cycle, l'enseignement doit devenir plus spécifique par organes, avec une formation axée sur les examens cliniques

objectifs structurés (ECOS), et l'application à la sémiologie et à la radiologie. Le troisième cycle doit inclure des simulations organiques et une école de chirurgie, avec des séances de simulation intégrées à l'enseignement de l'anatomie spécifique, couplées à la pratique chirurgicale et à la radiologie interventionnelle.

- 4- **Renforcer la place des anatomistes**, qui sont tous cliniciens en France, est essentiel pour rendre l'anatomie livresque plus pratique et directement applicable. Leur enseignement et leur disponibilité sont précieux pour toutes les disciplines. Cette dynamique peut inclure des ateliers pratiques, des séminaires et des projets de recherche conjoints, enrichissant ainsi l'apprentissage et l'application clinique de l'anatomie.
- 5- **Investir financièrement dans les outils de technologie moderne est essentiel pour améliorer l'enseignement de l'anatomie.** Cela inclut la réalité virtuelle, l'impression 3D, les simulateurs de dissection virtuelle et les plateformes de réalité augmentée. Un financement adéquat garantit que les institutions médicales disposent des ressources nécessaires pour offrir une formation de haute qualité.

En intégrant ces recommandations, nous pouvons renforcer l'enseignement de l'anatomie tout au long de la formation médicale, susciter l'intérêt et l'engagement des étudiants, et préparer les futurs médecins à exceller dans leur pratique clinique. L'augmentation des heures de cours, l'utilisation de technologies modernes, et la collaboration interdisciplinaire sont des éléments clés pour assurer une formation complète et innovante en anatomie.

Conclusion

L'anatomie est l'alphabet de la médecine, la base indispensable de toute pratique clinique. Pourtant, la situation actuelle est dramatique : les réformes successives ont réduit drastiquement le nombre d'heures d'enseignement, compromettant la qualité de la formation des futurs médecins et, par conséquent, la sécurité des patients.

Pour garantir des soins de qualité et encourager l'innovation médicale, il est impératif de réintégrer l'anatomie au cœur des études médicales. En augmentant le volume d'enseignement et en combinant les méthodes traditionnelles comme la dissection avec les technologies modernes telles que la réalité virtuelle et l'impression 3D, nous pouvons offrir une formation complète et efficace.

Redonner à l'anatomie sa place centrale dans le cursus médical n'est pas seulement une question académique, c'est une urgence pour la sécurité des patients. L'heure est venue de prendre des mesures décisives pour sauver l'enseignement de l'anatomie et, par extension, garantir un avenir sûr et innovant pour la médecine.

Références :

(HAS), Haute Autorité de Santé

Mars 2024 Bonne pratique en matière de simulation en santé.

Allen, S. S., and K. Roberts

2002 An integrated structure-function module for first year medical students: correlating anatomy, clinical medicine and radiology. *Med Educ* 36(11):1106-7.

Aurore, V., et al.

2020 Anatomy of the female pelvic nerves: a macroscopic study of the hypogastric plexus and their relations and variations. *J Anat* 237(3):487-494.

Beya, R., et al.

2023 Morphodynamic study of the corona mortis using the SimLife((R)) technology. *Surg Radiol Anat* 45(2):89-99.

Birkmeyer, J. D., et al.

2013 Surgical skill and complication rates after bariatric surgery. *N Engl J Med* 369(15):1434-42.

Chytas, D., et al.

2020 Three-dimensional printing in anatomy teaching: current evidence. *Surg Radiol Anat* 42(7):835-841.

Chytas, D., et al.

2019 Outcomes of the use of plastination in anatomy education: current evidence. *Surg Radiol Anat* 41(10):1181-1186.

Collins, J. W., et al.

2018 The Importance of Technical and Non-technical Skills in Robotic Surgery Training. *Eur Urol Focus* 4(5):674-676.

Danion, J., et al.

2020 SimLife(R) technology in surgical training - a dynamic simulation model. *J Visc Surg* 157(3 Suppl 2):S117-S122.

de Vries, E. N., et al.

2008 The incidence and nature of in-hospital adverse events: a systematic review. *Qual Saf Health Care* 17(3):216-23.

Delpech, P. O., et al.

2017 SimLife a new model of simulation using a pulsated revascularized and reventilated cadaver for surgical education. *J Visc Surg* 154(1):15-20.

Destrieux C, Duparc F

2021 Activités d'enseignement et de recherche des centres de don du corps français. Rapport du Collège médical français des professeurs d'anatomie.

Dissaux, B., et al.

2024 A national survey to assess the state of anatomy teaching in France across various disciplines and professions. *Surg Radiol Anat* 46(3):391-398.

Donatini, G., et al.

2021 SimLife model: introducing a new teaching device in endocrine surgery simulation. *Updates Surg* 73(1):289-295.

F, Spencer

1978 Teaching and measuring surgical techniques—The technical evaluation of competence. . *Bull Am Coll Surg*. 63:9–12.

Fitzgerald, J. E., et al.

2008 Are we teaching sufficient anatomy at medical school? The opinions of newly qualified doctors. *Clin Anat* 21(7):718-24.

Kavvadia, E. M., et al.

2023 The Anatomage Table: A Promising Alternative in Anatomy Education. *Cureus* 15(8):e43047.

Lockwood, A. M., and A. M. Roberts

2007 The anatomy demonstrator of the future: an examination of the role of the medically-qualified anatomy demonstrator in the context of tomorrow's doctors and modernizing medical careers. *Clin Anat* 20(4):455-9.

McGee, R. G., and M. D. Stringer

2011 Google's body browser: a useful addition to electronic anatomy resources? *ANZJ Surg* 81(11):842.

R., Mandressi

2003 Le regard de l'anatomiste. Dissections et invention du corps en Occident. .

Riederer, B. M.

2014 Plastination and its importance in teaching anatomy. Critical points for long-term preservation of human tissue. J Anat 224(3):309-15.

Robin, F., et al.

2022 Relationship between uterine veins, ureter, and hypogastric nerve for uterine transplantation: An anatomic study. Clin Anat 35(8):1026-1032.

Robin, F., et al.

2024 A reappraisal of the deep uterine vein: a multimodal exploration with implications for pelvic surgery. Surg Radiol Anat 46(3):381-390.

Rulliere, A., et al.

2024 SimLife(R): A New Dynamic Model for Head and Neck Surgical Oncology Simulation. Otolaryngol Head Neck Surg 170(3):972-976.

Singh, R., et al.

2015 Is the decline of human anatomy hazardous to medical education/profession?--A review. Surg Radiol Anat 37(10):1257-65.

V. Delmas*, A. Chays, D. Poitout, P. Vouhé , au nom des commissions VI (Numérique et Santé- Imagerie médicale) et XV(Enseignement-Recherche-Parcours de formation) de l'ANMAcadémie

2022 Anatomy at the digital era. Bull Acad Natl Med. (206):942-51.

Zammit, C., J. Calleja-Agius, and E. Azzopardi

2022 Augmented reality for teaching anatomy. Clin Anat 35(6):824-827.

3.CORPS ENTIER ET PIÈCES ANATOMIQUES

CORPS REVASCULARISÉS ET BLOCS PERFUSÉS

(SIMLIFE*)

MANNEQUINS

**JP RICHER (POITIERS), F DUPARC (ROUEN), C
DESTRIEUX (TOURS),**

A HAMEL (NANTES), K NYANGO TIMOH (RENNES),

R SEIZEUR (BREST)

Sommaire

Introduction

I. Analyse des corps donnés à la Science statiques ou dynamiques (SimLife), pièces anatomiques ou blocs perfusés

I.1. Aspect historique du Don du Corps dans la formation chirurgicale (résumé)

I.2. Les centres de Don du Corps (CDC) à la Science actuellement

I.2.a. Répartition géographique nationale

I.2.b. Gouvernance et modalités de fonctionnement

(Secrétariat, Thanatopracteur, Technicien)

I.4.a. De la déclaration du don de corps à la prise en charge après le décès

I.2.c. Relation avec les laboratoires d'Anatomie

I.2.d. Capacités d'accueil des corps donnés à la science

I.2.e. Capacité d'accueil d'étudiants de 3^{ème} cycle dans les laboratoires

I.3. Nouvelle réglementation

I.4. Don du Corps et éthique

I.4.b. Du lieu du décès du donneur aux sites d'enseignement et de recherche

II.1: Corps entiers (statiques) ou pièces anatomiques selon les centres

I.4.c. Sur le (ou les) site(s) d'activité(s) du CDC

II.2. Expériences des centres en termes de corps revascularisés (dynamiques) et de blocs perfusés

I.4.d. Du CDC au site de crémation ou d'inhumation

II.2.a. Corps entiers revascularisés (corps dynamiques)

II. Modalités d'utilisation des corps donnés à la science dans la formation des opérateurs

III. Don du corps, Recherche fondamentale ou appliquée (anatomo-chirurgicale) et publications

II.2.b. Blocs perfusés

III.1. Publications en Anatomie

III.1.a. Recherche en Anatomie

III.1.b. Recherche en pédagogie en Anatomie

III.2. Recherche appliquée sur corps donnés à la science

IV. Don du Corps, IA (Intelligence Artificielle) et jeux numériques :

Principes et développements actuels

V. Don du corps. Mise en œuvre. Efficacité. Evaluation. Accessibilité. Coûts

V.1. Don du Corps et chirurgie « ouverte », vidéoscopie et robotique

V.2. Evaluation des formations en Médecine interventionnelle et chirurgie sur corps

V.2.a. Qui évalue ?

V.2.b. Par quelle méthode ?

V.2.c. Pédagogie par simulation et corps donnés à la Science

V.3. Accessibilité

V.3.a. Attribution de Corps donnés à la science aux spécialités interventionnelle

V.4. Coût

V.4.a. Éléments du coût (produits, cercueil, salaires, crémation, transport...)

V.4.b. Financement

VI. Don du corps. Place dans la formation

VI.3. Accessibilité

VI.1. Don du Corps et chirurgie « ouverte », vidéoscopie et robotique

VI.2. Evaluation des formations en Médecine interventionnelle et chirurgie sur corps

VI.2.a. Qui évalue ?

VI.2.b. Par quelle méthode ?

V.2.c. Pédagogie par simulation et corps donnés à la Science

VI.1. Corps entier statique : Quand ? Intérêts ? Inconvénients ? Pour qui ? Comment ?
Coût ?

VI.2. Corps revascularisés et SimLife: Quand ? Intérêts ? Inconvénients ? Pour qui ?
Comment ? Coût ?

VI.3. Pièces anatomiques : Quand ? Intérêts ? Inconvénients ? Pour qui ? Comment ?

VI.4. Blocs perfusés : Quand ? Intérêts ? Inconvénients ? Pour qui ? Comment ?

B. Mannequins destinés à la formation pratique en Chirurgie et en Médecine

Interventionnelle

I. Analyse critique

I.1. Les principaux modèles synthétiques des mannequins Haute-fidélité Interventionnelle

I.1.a. Les modèles de cas Réalisme anatomique et qualité de l'immersion

I.1.d. Réalité de l'utilisation nationale et internationale, revue de la littérature

II. Efficacité

II.1. Evaluation des formations sur mannequins en Médecine interventionnelle et chirurgie

II.1.a. Qui évalue ?

II.1.b. Par quelle méthode ?

III – Accessibilité

III.1. Stockage et maintenance

III.1.a. Locaux pour leur utilisation

III.1.b. Financement

IV. Coût

IV.1. Coût unitaire

IV.2. Nombre d'utilisations

IV.3. Coût

IV.3.a. Durée de vie

V. Place dans la formation : Quand ? Intérêts ? Inconvénients ? Pour qui ? Comment ?

VI. Evaluation

VI.2. Corps revascularisés et SimLife: Quand? Intérêts ? Inconvénients ? Pour qui ?
Comment ? Coût ?

VI.3. Pièces anatomiques : Quand ? Intérêts ? Inconvénients ? Pour qui ? Comment ?

- Conclusions

INTRODUCTION ET PRÉSENTATION DU RAPPORT

Le corps donné à la Science constitue le modèle historique de la formation pratique des spécialités chirurgicales et des opérateurs en médecine interventionnelle (*Ghosh SK. Human cadaveric dissection: a historical account from ancient Greece to the modern era. Anat Cell Biol 2015; 48(3) : 153-69 / Bhattacharjee S, Ghosh SK. The sun also rises: tracing the evolution of humanistic values in anatomy pedagogy and research, including cadaveric acquisition practices. J Anat. 2023; 243(6): 1031-51.*)

La pédagogie par simulation est recommandée voire obligatoire pour toutes les formations en santé (HAS – *Bonnes pratiques en matière de simulation en santé – mars 2024. Décision n°2024.0090/DC/SEVOQSS du 28 mars 2024 du collège de la Haute Autorité de Santé.*

). Pour les spécialités médicales interventionnelles et plus particulièrement pour les spécialités chirurgicales de nouveaux modèles en simulation sont imaginés par les outils classiques de simulation médicale existants (mannequins haute-fidélité) <https://www.has-sante.fr> ne sont pas techniquement adaptés à un acte opératoire sur un corps humain et ne sont donc pas immersifs par insuffisance de réalisme anatomique et chirurgical et sans interface physique chirurgicale (*Thomson JE, Poudrier G, Stranix JT, Motosko CC, Hazen A. Current status of simulation training in plastic surgery residency programs : A review. Arch Plast Surg 2018 ;45 :395-402.*).

L'intérêt du modèle anatomique humain (corps donné à la science) est actuellement remis en question en raison du développement de nouvelles approches pédagogiques en rapport avec les progrès du numérique et le développement des réseaux d'environnements virtuels immersifs et

partagés s'appuyant sur la réalité virtuelle, la réalité augmentée, la réalité mixte et la création d'univers virtuels de type metaverse (Masseti M, Chiariello GA. *The metaverse in medicine. Eur Heart J Suppl* 2023 ;25(suppl B) :B104-B107.

Pourtant, le corps donné à la Science continue d'être un modèle d'apprentissage pour les internes en chirurgie, reconnu dans beaucoup de pays (Yiasemidou M, Gkaragkani E, Glassman D, Biyani CS. *Cadaveric simulation: a review of reviews. Ir J Med Sci* 2018;187:827-33 / Zdilla MJ, Balta JY. *Human body donation and surgical training: a narrative review with global perspectives. Anat Sci Int.* 2023 ; 98(1) :1-11). Ce support d'apprentissage dépasse le seul domaine de la chirurgie et s'étend à la « médecine opératoire », car il concerne aussi d'autres disciplines (médecine d'urgence, réanimation, anesthésie, dermatologie, gynécologie médicale). A ce titre, l'enseignement par simulation sur le corps humain donné à la science met également en œuvre l'apprentissage de l'utilisation de techniques innovantes, telles que la vidéo-chirurgie et la robotique.

Tout enseignement, quel que soit le support, impose une évaluation et une validation, et ce point mérite d'être éclairci. Les points communs techniques et docimologiques des différents supports d'enseignement conduisent à des répétitions inévitables.

Notre travail avait pour objectif de faire un état des lieux de l'utilisation du corps humain donné à la science et des mannequins mis à disposition dans la formation des opérateurs en médecine interventionnelle.

A) Corps donnés à la Science statiques ou dynamiques (SimLife*), pièces anatomiques ou blocs perfusés

La diminution des enseignements d'Anatomie dans les deux premiers cycles des études médicales, conjuguée à l'hyperspécialisation précoce en troisième cycle, impose un enseignement alternatif des connaissances anatomiques.

1.1. Aspect historique du Don du Corps dans la formation chirurgicale (résumé) :
L'enseignement de l'anatomie a toujours été un pilier fondamental de la formation chirurgicale, mais aussi d'acquérir, de simuler et de répéter des techniques instrumentales jusqu'à une maîtrise complète avant leur application aux patients. De nombreuses formations ont ainsi été mises en place dans les laboratoires d'anatomie en collaboration avec les centres de simulation universitaires pour la totalité des spécialités chirurgicales, pour toutes les spécialités médicales nécessitant la réalisation d'actes invasifs, mais aussi pour certaines formations

<http://abslab.labo.univ-poitiers.fr/sim-life/>

paramédicales spécialisées (infirmières de bloc opératoire, infirmières anesthésistes, infirmières coordinatrices des prélèvements d'organes et de tissus). Des innovations dans le domaine de la simulation ont été développées par des laboratoires d'anatomie. Citons par exemple le modèle de corps perfusé / ventilé, mis en place à l'Université de Poitiers (), qui permet la simulation de procédures invasives sur corps dans des conditions proches de la réalité physiologique. Ces formations s'inscrivent dans des cursus universitaires (DU, DIU, DES, DESC) et conduisent à la validation d'une compétence, mais peuvent aussi être organisées par des groupes institutionnels de manière spécifique.

Origine des corps : des indigents et des suppliciés au don volontaire par décision du vivant :

En Vis-à-vis, les corps utilisés pour l'enseignement et la recherche anatomique ne sont que depuis récemment issus exclusivement du don. Celui-ci est possible depuis la loi du 15 novembre 1887 sur la liberté des funérailles (<https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000021810111/>) qui fixe que *tout homme peut régler de son vivant les modalités de ses funérailles*.

Le don du corps – même s'il n'est pas explicitement cité – est alors devenu un mode alternatif de sépulture et représente la plus marginale des options funéraires puisque seulement 0,5% des décès en font l'objet (Bernard J. Pourquoi donner son corps à la Science ? Les donateurs et le récit des motifs. Etudes sur la mort. Edition Centre International des Etudes sur la Mort (CIEM) 2016/1 ; 149 : 31-47). Il n'a que lentement remplacé les corps des suppliciés et des indigents, pour finalement devenir la source exclusive des corps destinés à la recherche et à l'enseignement. C'est lors d'un congrès organisé à UPPSALA en 1964 que l'OMS a recommandé le don volontaire du corps pour un meilleur enseignement de l'anatomie [Bétant B, Beer MC. L'organisation des centres de don du corps à la science Ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche et de l'Innovation, Juillet 2018](#)). Le don du corps change alors de sens : *“La cession après la mort d'un corps humain à des fins scientifiques ou didactiques n'a plus aujourd'hui le sens de son rejet par la société ou d'un abandon par les siens, mais celui d'un acte généreux et d'un dernier service rendu par un homme aux autres hommes. Cette conception du don du corps le rend non seulement admissible, mais louable”*. En 2020, en France, le don du corps est considéré comme une décision testamentaire (décision du vivant en pleine capacité de ses facultés intellectuelles). La carte de donneur est établie par le centre de référence auprès duquel ce testament manuscrit a été établi.

Ce mode de fonctionnement n'est pourtant pas une règle universelle, notamment aux USA où le corps est devenu une source de revenus pour le défunt (qui ne s'acquitte pas des frais

d'obsèques ou est rémunéré pour son don) et pour la compagnie qui le prend en charge avant de le mettre à disposition de clients académiques ou industriels. Au regard de la loi de 2022, ces activités sont strictement interdites, le donneur, sa famille ou les « utilisateurs » des corps donnés, ne pouvant tirer aucun bénéfice du don de corps. Pourtant, sur le territoire Français, certains industriels mettent à disposition de leurs clients médecins des pièces anatomiques

provenant de tels « body brokers ». Ces activités sont alors organisées en dehors de tout cadre académique et légal, dans des camions équipés à cet effet ou dans des centres dédiés à la formation chirurgicale non affiliés à un centre de don du corps.

I.2. Les centres de Don du Corps (CDC) à la Science actuellement :

I.2.a. Répartition géographique nationale

En France, 27 centres assurent le don du corps selon un découpage régional historique du territoire : chacun reçoit les promesses de don, accueille les donneurs de sa région et se charge des opérations funéraires. Jusqu'à maintenant, il n'existe aucune interopérabilité entre les systèmes informatiques des différents centres ce qui complexifie leur fonctionnement : nécessité de désinscrire puis de réinscrire les donneurs en cas de déménagement, impossibilité de vérifier directement la bonne inscription d'un donneur décédé loin de son centre d'origine...

Localisation des centres de de dons du corps en France métropolitaine



En Ile-de-France, seul le centre de l'Assistance Publique (AP) assure le don du corps depuis la fermeture du centre universitaire de Paris. Cet afflux de corps vers la capitale a entraîné une saturation de la totalité des défunts. Ceux-ci sont dirigés vers les centres de province les plus proches dont le fonctionnement est mis à mal par cet afflux de corps, qui n'est pas forcément en adéquation avec leurs capacités d'accueil, mais engendre aussi des surcoûts de transports. Même si le décret du 19/9/2023 précise que c'est le centre émetteur de la carte (Paris Descartes) qui doit prendre

I.2.b. Gouvernance et modalités de fonctionnement (Secrétariat, Thanatopracteur,

Technicien)

en charge les frais de transports vers un autre centre en raison de son incapacité à accueillir un corps, c'est dans le cas présent le centre receveur qui assure la totalité des frais en raison de la fermeture administrative du centre des Saints Pères.

Les centres de don du corps sont en très grande majorité dirigés par des universitaires anatomistes, seuls ceux de Caen et de Marseille étant dirigés ou codirigés par des enseignants de médecine légale et celui de l'université Catholique de Lille par un médecin généraliste assurant les enseignements d'anatomie. Cette situation pourrait théoriquement changer, le centre de don du corps pouvant depuis le décret du 27 avril 2022 être dirigé par un enseignant chercheur ou personnel assimilé en fonction dans l'établissement autorisé dont dépend le centre de don.

Le fonctionnement de centres de don du corps repose sur des personnels techniques et administratifs.

Les *personnels administratifs* sont chargés de la gestion des déclarations de dons et des relations avec les donneurs, les familles, les établissements médicaux et les opérateurs funéraires. Il s'agit d'un travail administratif spécifique à plus d'un titre :

- les échanges avec les donneurs et les familles demandent des dispositions psychologiques particulières d'échange, d'éthique et d'empathie ;
- la maîtrise de la réglementation funéraire impose de savoir utiliser des outils informatiques de gestion de base de données ;
- ce travail administratif ne dispense pas d'une fréquentation des zones techniques des laboratoires et d'un rapport indirect avec le corps cadavérique.

Les missions des personnels administratifs ont été renforcées par le décret d'avril 2022 : l'amélioration des communications avec les familles, la possibilité de restitution des cendres ou du corps après les travaux anatomiques, la restauration de l'identité des donneurs à la sortie du laboratoire, la mise en place d'un Comité Éthique Scientifique et Pédagogique sont autant de mesures louables qui ont induit un surcroît de tâches administratives. Pourtant, en février 2023, une enquête du CMFPA (Collège Médical Français des Professeurs d'Anatomie) révélait que 6 centres ne disposaient pas de personnel administratif, leurs tâches étant transférées aux personnels techniques ou aux enseignants.

Les personnels techniques sont chargés de l'accueil des corps, de leur conservation, de la préparation des séances de travail et de la préparation des opérations funéraires. Ils sont exposés à des tâches de manutention pénibles, à une exposition à des risques biologiques, chimiques et mécaniques. Ces personnels travaillent au contact quotidien des corps, des pièces anatomiques et des familles endeuillées sans pour autant que cela soit pris en compte dans leur grille salariale. Ils souffrent souvent par ailleurs d'une absence de reconnaissance de la part de leurs collègues et de leur hiérarchie, induisant fréquemment un isolement professionnel et des risques psychologiques importants. Ce manque de considération transparaît dans la cartographie de la Branche d'Activité Professionnelle A (BAP A) du MESRI : dans la Famille "Biologie, santé, Sciences de la vie et de la terre", les préparateurs en anatomie sont considérés comme des adjoints techniques, sans évolution possible vers le grade de technicien et encore moins d'assistant ingénieur. Les préparateurs des laboratoires d'anatomie ont pourtant souvent suivi une formation de thanatopracteur, attestant de leur compétence pour la préparation des corps, l'approche de la mort en général et le contact avec les familles endeuillées. Ces personnels sont donc souvent surqualifiés sans aucune perspective d'évolution vers le grade de technicien ni a fortiori d'assistant ingénieur. Outre qu'elle décourage les personnels qui, souvent, cherchent des postes mieux rémunérés, cette absence de reconnaissance a été avancée par le rapport Courrèges/Prada-Bordenave en 2021 comme l'un des facteurs de dérive éthique, "les préparateurs trouvant auprès des intervenants une reconnaissance qu'ils n'avaient pas sur le campus" (Le don du corps à des fins d'enseignement et de recherche : <https://www.service-public.fr/particuliers/vosdroits/F180#:~:text=%C3%A0%20la%20science%20%3F-.Le%20don%20du%20corps%20consiste%20%C3%A0%20donner%20son%20corps%20au,de%20graffer%20une%20personne%20malade>).

Le rapport de mars 2021 du Collège Médical Français des Professeurs d'Anatomie (CMFPA) préconisait :

- une revalorisation du statut et du salaire des personnels des centres de don, notamment par l'introduction des grades de "technicien d'anatomie" et "assistant-ingénieur responsable technique de laboratoire d'anatomie" dans la BAP A. Cette demande n'a pas été prise en compte dans la réforme d'avril 2022.
- La mise en place d'une formation théorique et pratique validante, pour les personnels des CDC couvrant les aspects techniques, administratifs et éthiques. Un DIU a été ouvert à l'université de Grenoble pour la rentrée 2024. Une telle formation a été rendue obligatoire par le décret d'avril 2022 et l'arrêté en cours de publication.

I.2.c. Relation avec les laboratoires d'Anatomie

Les centres de don du corps étaient historiquement confondus avec les laboratoires d'anatomie en raison d'une direction très majoritairement assurée par des anatomistes, et par des locaux, personnels et équipements communs. Le décret du 22/4/2022 individualise clairement les centres d'accueil des corps en structures propres de l'université ou de l'hôpital dont ils dépendent. La direction n'en est pas forcément reliée à un anatomiste, ni même à un médecin. Les centres d'accueil des corps (CDC) apparaissent donc comme des services de l'université mettant à disposition des corps aux structures utilisatrices potentielles : laboratoire d'anatomie, école de chirurgie, unités de recherche... Pourtant les locaux, les équipements et le personnel technico-administratif des centres d'accueil des corps restent ceux des laboratoires d'anatomie, ce qui peut rendre complexe leur gestion pratique.

Afin de rendre cette organisation plus fonctionnelle un certain nombre d'universités ont mis en place un département d'anatomie dont dépendent le centre de don du corps et le laboratoire d'anatomie, ces entités partageant personnels, équipements et locaux.

I.2.d. Capacités d'accueil des corps donnés à la science

Nombre de Dons/an :

Les 27 centres accueillent environ 2900 corps chaque année avec une très forte disparité dans le nombre de corps reçus : 4 centres (Paris, Lyon, Tours et Nantes) reçoivent 40% des corps, d'autres n'en reçoivent qu'une vingtaine par an. Ces différences tiennent à des périmètres géographiques différents, à des habitudes culturelles régionalement différentes et à des politiques de communication plus ou moins développées.

Les capacités techniques des centres ne sont pas corrélées au nombre de corps reçus : les "gros" centres ont des capacités de conservation limitées en raison d'une activité importante induisant un *turn-over* élevé des corps.

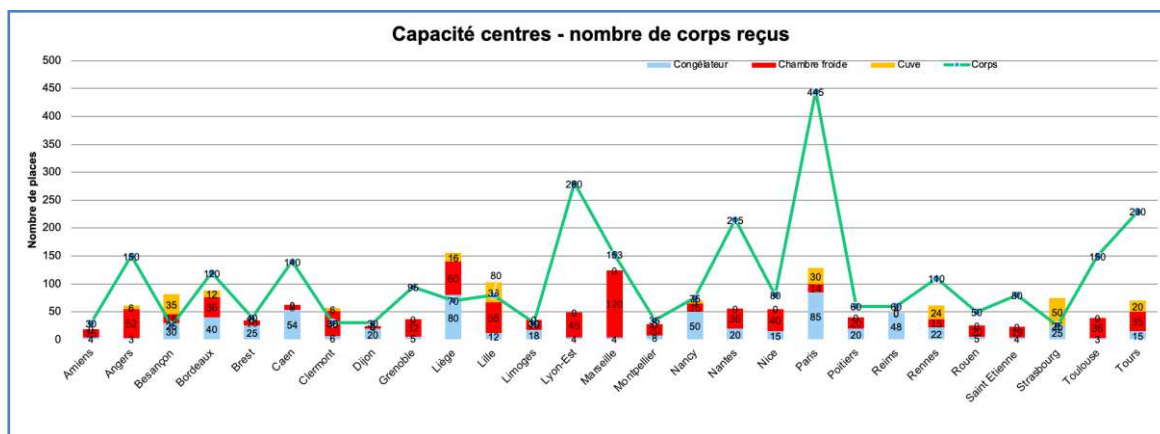


Figure 12 : Capacité d'accueil d'étudiants de 3^{ème} cycle dans les laboratoires (données de l'ANRS, 27 février 2023)

Dans chacun des 27 centres, les corps reçus bénéficient aux étudiants des étudiants de 3^{ème} cycle au travers des laboratoires d'anatomie, des centres de simulation ou des écoles de chirurgie.

Une école de chirurgie existe dans 16 des 27 centres ; 7 dépendent du laboratoire d'anatomie, les 9 autres sont indépendantes. Un centre de simulation existe dans 26 des 27 centres : 4 dépendent du laboratoire d'anatomie, 23 sont indépendants. Une vingtaine d'anatomistes enseignent dans les centres de simulation ou les écoles de chirurgie.

La possibilité d'accès aux corps reste variable selon le nombre de corps reçus et les capacités techniques des centres : certains centres réservent l'accès des étudiants de 3^{ème} cycle dans le cadre de formations bien définies (journées de DES, DU, DIU), d'autres permettent un accès plus libre tout au long de la formation (entraînement à une procédure particulière...)

Le don du corps est actuellement encadré par la loi 2021-1017 relative à la bioéthique du 2 août 2021, par le décret du 22 avril 2022 et par les arrêtés des 24/11/22, 3/7/23, 11/7/23 et 19/9/23.

Les guides de réglementation sont les suivants :

I.3. Nouvelle réglementation

- Les **centres d'accueil des corps** (CDC) sont créés au sein des universités ou des établissements de santé. Ils sont soumis à une habilitation par le ministère de tutelle pour une durée de 5 ans et doivent produire des rapports réguliers concernant les dons, l'activité, les mouvements de personnels. Ils sont dirigés par un enseignant chercheur ou assimilé qui peut n'être ni anatomiste ni médecin

- **Non-patrimonialité.** Le don du corps ne peut être rémunéré, aucune somme ne peut être demandée aux donateurs ni aux proches. L'utilisation des corps par une structure externe – notamment industrielle – doit rester accessoire et faire l'objet d'une convention. L'université ne peut faire de profit sur la mise à disposition des corps mais peut facturer les frais induits par le transport et la conservation des corps.

- Les activités utilisant des corps sont examinées par un **Comité Scientifique, Éthique et Pédagogique (CESP)** qui comporte 10 à 20 membres répartis en deux collèges : un premier collège de personnalités de l'établissement nommées par le Président d'université, et un second collège constitué de personnalités extérieures nommées par le Recteur de la région académique. Ce collège externe doit comporter au moins autant de membres que l'interne. Les membres du CESP comportent des universitaires mais aussi des représentants des donateurs ou des familles, des personnes compétentes en éthique, un personnel technique.

- **L'accès aux corps** est strictement limité aux professions médicales et aux personnels intervenant dans les blocs opératoires. Les kinésithérapeutes, ergothérapeutes, psychomotriciens, étudiants de neurosciences, et les thanatopracteurs sont de fait exclus de l'accès au corps. Le Collège Médical Français des Professeurs d'Anatomie (CMFPA) a alerté sans résultat le MESRI sur la dégradation de la formation de ces personnels induite par cette disposition.

- **Renforcement de règles éthiques.** L'information des donateurs et de leur famille est renforcée, notamment par la diffusion obligatoire d'un guide officiel d'information. La traçabilité est obligatoire et son identité est rendue au donneur en fin de travaux anatomiques. La segmentation des corps doit rester exceptionnelle et les corps doivent être, au mieux, restaurés. Si le donneur le souhaite, une restitution des cendres ou du corps au proche qu'il a désigné ou qui se manifeste est possible. Les corps sont conservés deux ans au plus sauf autorisation du CESP. Une cérémonie d'hommage aux donateurs est obligatoire.

- Un **registre informatique** des dons et de traçabilité doit être mis en place.

- La **formation des personnels** techniques et administratifs est obligatoire.

I.4. Don du Corps et éthique

La dimension éthique du don du corps a été grandement valorisée par la nouvelle organisation qui s'inscrit dans le cadre d'un décret de la Loi de Bioéthique, et concerne toutes les étapes du don :

I.4.a. De la déclaration du don de corps à la prise en charge après le décès

Comme évoqué précédemment, la mise en œuvre d'une information détaillée du donneur et de ses proches, ainsi que la création de registres sécurisés des donneurs dans des centres habilités, ont contribué à un renforcement de la dimension éthique du don du corps.

I.4.b. Du lieu du décès du donneur aux sites d'enseignement et de recherche

La détermination d'un opérateur funéraire unique pour le CDC concerné a contribué à écarter l'aspect concurrentiel et commercial qui pouvait exister entre les différents intervenant potentiels pour l'acheminement du corps du défunt jusqu'au CDC.

La gratuité du don du corps, sur tout le territoire national, depuis le lieu du décès jusqu'aux CDC, est un facteur de garantie de respect porté aux donneurs, à travers une complète équité de l'accès aux CDC.

I.4.c. Sur le (ou les) site(s) d'activité(s) du CDC

La transparence des activités des CDC validées par les Comités d'Ethique Scientifique et Pédagogique (CESP) est un critère de respect vis-à-vis des donneurs.

La charte du don de corps est lue par tous les intervenants au contact des corps donnés à la science.

Le consentement des donneurs est exprimé de leur vivant dans la déclaration de don du corps à la science à des fins d'enseignement et de recherche.

Dans le cadre de la recherche et de la publication scientifique, 17 rédacteurs en chef de revues d'Anatomie ont co-signé en 2021 un article paru dans *Clinical Anatomy* (Wiley) proposant l'inclusion d'un paragraphe de remerciements aux donneurs et à leurs proches pour toutes les études menées sur corps donnés à la science :

« The authors sincerely thank those who donated their bodies to science so that anatomical research could be performed. Results from such research can potentially increase mankind's overall knowledge that can then improve patient care. Therefore, these donors and their families deserve our highest gratitude. »

in *Acknowledging the use of human cadaveric tissues in research papers: Recommendations from anatomical journal editors*. J Iwanaga et al., *Clinical Anatomy*, 2021,34(1),2-4. <https://doi.org/10.1002/ca.23671>

En 2022, ce collectif a été complété et 22 rédacteurs ont édité ces recommandations :

“Twenty-two Editors-in-Chief representing 17 different countries and from 20 anatomical journals contributed their expertise to these recommendations.

1. The recommendation is applied to any research using human cadaveric donors or human cadaveric tissues in an anatomical study.

2. A declaration is included in the methods section of anatomical papers that use human cadaveric donors.

3. An appropriate and agreed upon ethical statement to be used is:

The authors state that every effort was made to follow all local and international ethical guidelines and laws that pertain to the use of human cadaveric donors in anatomical research. Such a statement would pertain to acquisition, storage, dissection, imaging/photography, management of results, and disposal of all tissues.

*In Standardized Statement for the Ethical Use of Human Cadaveric Tissues in Anatomy Research Papers: Recommendations from Anatomical Journal Editors-in-Chief
Clinical Anatomy, 2022,35(4), DOI :[10.1002/ca.23849](https://doi.org/10.1002/ca.23849)*

I.4.d. Du CDC au site de crémation ou d'inhumation

La prise en charge du corps donné à la science, limitée à 2 ans selon la nouvelle loi, se termine par le transfert par un opérateur funéraire agréé, en cercueil, vers le lieu de la crémation ou de l'inhumation. Ces modalités respectent le choix du donneur exprimé lors de sa déclaration de don. Si le donneur ne s'y est pas opposé, et a désigné une personne spécifiquement, cette dernière est informée de la date de la crémation, ou de la proposition d'inhumation, pour permettre aux proches de participer aux cérémonies d'obsèques.

Le respect du donneur et de son corps prévaut au cours de toutes ces étapes.

II. Modalités d'utilisation des corps donnés à la science dans la formation des opérateurs

II.1: Corps entiers (statiques) ou pièces anatomiques selon les centres

La mise à disposition des corps pour les activités de formation des centres de simulations peut

concerner le corps entier ou des segments de corps, en fonction des objectifs de formation.

Les sessions qui concernent le cou et le tronc (thorax, abdomen, pelvis) nécessitent l'usage d'un corps entier. Des sessions topographiquement plus limitées (chirurgie de la main, de l'épaule, du coude) peuvent conduire à une segmentation des membres concernés, avec marquage et traçabilité rigoureuse pour reconstitution des corps concernés. Cette segmentation doit néanmoins rester exceptionnelle, ce qui peut induire une « sous-utilisation » des corps, contraire à la volonté des donneurs.

II.2. Expériences des centres en termes de Corps revascularisés (dynamiques) et de blocs perfusés

II.2.a. Corps entiers revascularisés (corps dynamiques)

Un modèle innovant de simulation en chirurgie et médecine interventionnelle, utilisant des corps, donnés à la Science, rendus dynamiques avec une vascularisation pulsatile et une ventilation, simulant un patient anesthésié sur la table d'opération a été créé en 2012 – 2015 à l'ABS Lab de Poitiers. Ce modèle dénommé SimLife* associe :

- Un corps donné à la Science mis à disposition pour les formations
 - Un ensemble de machines (perfusion, ventilation) et du faux sang (brevet, start-up)
 - La pédagogie par simulation avec réalisation d'échelles d'évaluation par des experts (les opérateurs eux-mêmes) selon la méthode DELPHI ou du groupe nominal
- Cette technologie peut être mise à disposition en pédagogie pour :
- La chirurgie ouverte, la laparoscopie, la robotique.
 - Toutes les spécialités chirurgicales, y compris la traumatologie neurochirurgicale
 - Des formations multi-professionnelles et pluridisciplinaires (MAR, IBODE, IADE...)
- La technologie SimLife* est :
- Des situations exceptionnelles : chirurgie en situation de guerre ou de catastrophe
 - La médecine interventionnelle : les techniques de cathétérisme, en cardiologie (Stents – Pace Maker), en radiologie, les techniques endoscopiques (pneumologie et gastroentérologie) ...

- Implantée dans plusieurs villes universitaires françaises (volonté d'un réseau) : Reims, Rennes, Nantes, Rouen, Caen, Dijon, Lyon, Saint-Étienne, Toulouse, Bordeaux, Nice
- Utilisée à Poitiers pour des formations internationales à la demande du ministère des Affaires étrangères.

La segmentation et les prélèvements de « blocs anatomiques fonctionnels » (cœur-poumons, membres) permettent d'appliquer ces techniques de perfusion et ventilation, ou de perfusion simple (flux artériels et veineux dans des segments de membres) pour des travaux d'enseignement de techniques opératoires au plus proche de la réalité. La segmentation doit rester exceptionnelle, et la procédure de traçabilité des pièces anatomiques doit être rigoureuse.

II.2.b Blocs perfusés

III. Don du corps, Recherche fondamentale ou appliquée (anatomo-chirurgicale), et publications scientifiques

Le don du corps à la science est indispensable à la poursuite de travaux de recherche et développement en médecine. Il permet des travaux anatomiques fondamentaux et appliqués notamment à la chirurgie (mise au point d'organes artificiels, de prothèses, d'interventions chirurgicales complexes...) mais aussi à l'imagerie (validation de méthodes d'imagerie par comparaison à une référence anatomique) ou à la modélisation numérique d'organes. Si la chirurgie est la discipline la plus demandeuse de travaux sur des corps donnés à la science, il faut considérer plus globalement la "médecine opératoire" qui conduit à l'acquisition et au développement de nouvelles compétences techniques (dermatologie, anesthésie locorégionale, etc.)

Les missions des laboratoires d'anatomie se sont donc élargies et vont continuer d'évoluer : ils ne sont plus uniquement les garants de la tradition de l'enseignement anatomique, mais doivent aussi permettre des travaux de recherche de haut niveau ; ils doivent participer au développement de la simulation instrumentale sur corps anatomiques en parallèle des méthodes faisant appel à la réalité virtuelle et/ou augmentée.

Ces approches doivent être regardées comme complémentaires, la simulation sur corps anatomique offrant un degré de réalisme et de fidélité non encore atteint par les méthodes numériques. Enfin, les méthodes virtuelles ne peuvent que difficilement nourrir les travaux de recherche qui, eux, nécessitent le plus souvent de disposer d'un « matériel anatomique » ex

vivo. La pérennité de ces activités repose bien évidemment sur la disponibilité des corps pour la recherche et l'enseignement.

Les publications sont de deux ordres : travaux de recherche en Anatomie, et recherche appliquée sur corps donnés à la science :

III.1. Publications en Anatomie

Ces travaux concernent la recherche en Anatomie et la recherche en pédagogie médicale dans le domaine de l'Anatomie :

III.1a. Recherche en Anatomie

Des revues générales d'Anatomie (Exemples : *Annals of Anatomy*, *Journal of Anatomy*) ou plus spécialisées en Anatomie Clinique (Exemple : *Clinical Anatomy*, *Surgical and Radiologic Anatomy*, *Translational Research in Anatomy*) sont dédiées à la publication de travaux originaux de recherche ou des revues sur des faits anatomiques et leurs représentations en imagerie.

De nombreuses revues cliniques publient les travaux d'Anatomie en rapport avec leurs domaines spécifiques, ou les travaux de recherche sur corps donnés à la science (Exemples : Prothèses vasculaires, prothèses orthopédiques, implants cochléaires, greffes d'organes, etc...).

III.1b : Recherche en pédagogie en Anatomie

Les différentes modalités d'enseignement de l'Anatomie font l'objet d'évaluations et de publications, qui soulignent en règle la place fondamentale de la dissection anatomique dans l'apprentissage du corps humain, qui garde sa place au sein de nouvelles technologies d'enseignement (outil numérique 3D).

Ces études sont publiées dans des revues spécialisées en Anatomie (Exemples : *Anatomical Sciences of Education*, ainsi que les revues sus-citées), mais également dans des revues de pédagogie médicale plus générales (Ex. : *BMC Medical Education*).

III.2. Recherche appliquée sur corps donnés à la science

Ces publications concernent tous les domaines : conception et développement de nouveaux dispositifs implantables (prothèses vasculaires, endocochléaires, articulaires), élaboration et développement de nouvelles techniques (chirurgie reconstructive, transplantations, imagerie).

Les revues cliniques publient ces travaux de recherche qui soulignent le caractère indispensable du don du corps à la science.

Le développement de nouveaux outils de simulation place ces travaux de recherche à

l'intersection des centres d'intérêt des revues anatomiques, techniques, pédagogiques, et d'ingénierie informatique.

IV. Don du Corps, Intelligence Artificielle (IA) et jumeaux numériques.

Principes et développements actuels

L'idée de préparer et planifier l'acte opératoire voire d'opérer par anticipation sur tout ou partie du double virtuel de son patient ou plutôt de ses organes pour améliorer le diagnostic et surtout la qualité de l'acte opératoire a conduit à développer la notion de « jumeau numérique », véritable « avatar » ou clone du patient ou de ses organes (Cornejo J, Cornejo-Aguilar JA, Vargas M, Helguero CG, Milanezi de Andrade R, Torres-Montoya J et al. *Anatomical engineering and 3D printing for surgery and medical devices: international review and future exponential innovations. Biomed Res Int.* 2022;2022:6797745). Le concept a été étendu à la possibilité de mieux réaliser l'acte opératoire sur le patient lui-même et en temps réel en interagissant avec un expert/formateur situé dans un lieu géographique à distance grâce à la réalité mixte et à la préparation de l'acte sur un jumeau numérique. La réalité mixte permet grâce à un environnement numérique adapté, à la visualisation holographique des objets (données) numériques dans le monde réel, de partager les champs de vision avec les collègues à distance et de bénéficier de leur expertise et ainsi potentiellement de former à distance (Masseti M, Chiariello GA. *The metaverse in medicine. Eur Heart J Suppl.* 2023;25(Suppl B):B104-B107 / Yang D, Zhou J, Chen R, et al. *Expert consensus on the metaverse in medicine. Clin Health.* 2022 ;5 :1-9). Mais tous ces outils modernes et numériques s'adressent actuellement à des chirurgiens déjà seniors, pionniers du numérique, très souvent dans le cadre de la « formation continue » et utilisent une charge cognitive importante. Leur intégration et leur évaluation à l'échelle d'une formation initiale nationale de grand nombre n'ont pas encore été réalisées. Le coût (important) de ce type de formation n'est actuellement pas réellement évalué.

Le métaverse (ou métavers) est un terme provenant du roman de science-fiction *Snow Crash* de Neal Stephenson en 1992 : « 58eta » signifie en grec ancien « au-delà » et « verse » l'univers (Masseti M, Chiariello GA. *The metaverse in medicine. Eur Heart J Suppl.* 2023;25(Suppl B):B104-B107 / Yang D, Zhou J, Chen R, et al. *Expert consensus on the metaverse in medicine.*

Clin Health. 2022 ;5 :1-9). Il s'agit d'un univers virtuel en 3D, situé dans le cloud, dans lequel les utilisateurs, d'origine géographique variée, sont en immersion et peuvent interagir entre eux et potentiellement avec un jumeau numérique en temps réel, grâce à la réalité virtuelle (VR), la réalité assistée/augmentée (AR), la simulation et surtout la réalité mixte, fusion des mondes réel et virtuel (MR). Le métaverse est ainsi issu des technologies de la réalité étendue (XR) qui permet de combiner des données réelles et virtuelles pour créer une expérience immersive pour l'utilisateur et semble prometteuse pour la formation (Masseti M, Chiariello GA. *The metaverse in medicine*. *Eur Heart J Suppl*. 2023;25(Suppl B):B104-B107 / Yang D, Zhou J, Chen R, et al. *Expert consensus on the metaverse in medicine*. *Clin Health*. 2022 ;5 :1-9). Ces univers virtuels, en construction, s'adressent actuellement plutôt à des chirurgiens seniors dans le contexte d'une aide à préparer ou réaliser l'acte opératoire ou de l'acquisition d'une technique. Leur diffusion reste limitée et le coût non évalué (notamment pour une formation nationale).

Cependant, des projets existent associant le don du corps la réalité mixte et la téléportation. Le don du corps à la science, rendu dynamique, garde un intérêt important comme sujet de réalité mixte à la préparation d'une séance de simulation chirurgicale, l'interne anticipant sur le jumeau numérique de SimLife l'intervention envisagée pour la formation. Et lors de l'intervention simulée, ce même interne pourra bénéficier de l'aide à distance d'un expert grâce à un casque de réalité virtuelle. Ces moyens pédagogiques deviennent synergiques par leur mise en œuvre appropriée et combinée.

V. Don du corps. Mise en œuvre. Efficacité. Evaluation. Accessibilité. Coûts

V.1. Don du Corps et chirurgie « ouverte », vidéoscopie et robotique

La dissection anatomique (DA) a une place cruciale dans l'entraînement chirurgical quelle que soit la voie d'abord : ouverte, vidéoscopique et robotique. Elle est partie intégrante du curriculum des futurs chirurgiens plus encore lorsque la voie d'abord est mini-invasive et intimiste (vidéoscopique et robotique).

Dans les cycles précédents de médecine, elle instruit et motive des étudiants pour la chirurgie (Insull PJ, Kejiwal R, Blyth P. *Surgical inclination and anatomy teaching at the University of Auckland*. *ANZ J Surg*. 2006 ; 76 :1056-9.).

Pour l'interne, la DA explore les structures tridimensionnelles du corps, permet de gagner en expérience concrète et développe un savoir approfondi des rapports anatomiques. *Un tel savoir*

est essentiel pour des interventions chirurgicales sûres et précises (Kim S. C., Fisher J.G., Delman K.A., Hinman J.M., Srinivasan J. K., *Cadaver-based simulation increases resident confidence, initial exposure to fundamental techniques, and may augment operative autonomy J. Surg. Educ.* 2016, 73, 6, e33-e41). L'expertise technique se développe avec la DA, telle que la manipulation des tissus (contact haptique), les techniques de dissection avec découverte des plans de dissection, les règles de résection, les sutures. De même, différentes approches peuvent s'affirmer, une technique peut s'affiner et la dextérité et la précision se développer dans un environnement contrôlé (Danion J, Breque C, Oriot D, Faure JP, Richer JP. *SimLife technology in surgical training – a dynamic simulation model. J Visc Surg* 2020; 157(3 Suppl2) : S117-S122).

Ceci est particulièrement vrai pour des techniques chirurgicales spécifiques, telles que les anastomoses vasculaires, la résection d'un organe ou la réparation nerveuse. Comprendre l'intrication des structures et leurs variations est critique pour accomplir un acte chirurgical avec les meilleurs résultats (Feigl G, Sammer A. *The influence of dissection on clinical anatomical knowledge for surgical needs. Surg Radiol Anat.* 2022 ; 44 :9-14). La DA est capitale pour améliorer le score de compétence chirurgicale pour un savoir opératoire technique

(Sharma G, Aycan MA. *A cadaveric procedural anatomy simulation course improves video-based assessment of operative performance J Surg Res.* 2018; 223:64-71).

La fidélité ou le réalisme du corps humain donné à la Science mis à disposition pour une formation chirurgicale en simulation et son caractère immersif contribuent pleinement à mettre en place les conditions favorables d'un apprentissage pertinent (Nutt J, Mehdian R, Parkin I, Dent J, Kellett C. *Cadaveric surgery : a novel approach to teaching clinical anatomy. Clin Teach* 2012;9:148-51 / Kirkpatrick DL, Kirkpatrick JD. *Evaluating training programs: the four levels*, 3rd ed., San Francisco CA : Berrett Koehler Publishers, 2006. P. 16-70).

De nombreux Laboratoires d'Anatomie proposent des formations chirurgicales en simulation sur corps donnés à la Science entiers, statiques ou dynamiques (SimLife), ou sur pièces anatomiques en utilisant des voies d'abord à ciel ouvert ou en vidéoscopie. Certains même accueillent des formations robotiques sur corps (Nancy, Strasbourg, Poitiers, Rouen, Rennes...)

V.2. Evaluation des formations en Médecine interventionnelle et chirurgie sur corps

V.2.a Qui évalue ?

Ce sont les formateurs de la spécialité concernée par la formation sur sujet anatomique qui évaluent leurs propres internes. Tous ne sont pas formés à la pédagogie par simulation, mais il existe des possibilités universitaires de formation des formateurs (DU, DIU). Les formations proposées doivent être en accord avec les recommandations des collèges et des conseils nationaux professionnels de chaque spécialité chirurgicale (*HAS – Bonnes pratiques en matière de simulation en santé – mars 2024. Décision n°2024.0090/DC/SEVOQSS du 28 mars 2024 du collège de la Haute Autorité de Santé. <https://www.has-sante.fr>*).

Les anatomistes présents lors des séances de formation sont soit des cliniciens de la spécialité et donc légitimes pour l'enseignement de celles-ci, soit en appui sur des questions anatomiques.

V.2.b. Par quelle méthode ?

Les apprenants sont évalués par des échelles d'évaluations réalisées par les chirurgiens ou opérateurs experts de la spécialité.

Les méthodes pour établir ces échelles sont le plus souvent soit la méthode DELPHI soit la méthode du groupe nominal. Dans tous les cas elles nécessitent un panel d'experts et un important travail préalable de ces experts pour être pertinentes, acceptées et validées, mais aussi en aval immédiat de la session (« debriefing »). Cette procédure d'évaluation de la formation repose sur les principes pédagogiques de la simulation.

Deux processus sont mis en œuvre dans l'apprentissage par simulation : l'acquisition des connaissances, et la mémorisation.

V.2.c Pédagogie par simulation et corps donnés à la Science

L'acquisition de compétences lors d'une formation par simulation dépend principalement des objectifs de la formation, de la qualité du débriefing et de la pertinence des formateurs quel que soit le modèle (*Norman G, Dore K, Grierson L. The minimal relationship between simulation fidelity and transfer of learning. Med Educ 2012;46(7):636-647*).

Mais, il faut rappeler que la fidélité ou le réalisme du modèle en simulation et son caractère immersif contribuent pleinement à mettre en place les conditions favorables d'un apprentissage pertinent (*Nutt J, Mehdian R, Parkin I, Dent J, Kellett C. Cadaveric surgery: a novel approach to teaching clinical anatomy. Clin Teach 2012;9:148-51 / Kirkpatrick DL, Kirkpatrick JD.*

Evaluating training programs: the four levels, 3rd ed., San Francisco CA : Berrett Koehler Publishers, 2006. p. 16-70).

La mémoire de travail est une mémoire à court terme. La répétition de la tâche ancre les apprentissages dans la mémoire procédurale (mémoire à long terme). Enfin et surtout, les événements d'apprentissage personnellement vécus sont intégrés dans la mémoire épisodique (mémoire à long terme). L'apprentissage initial est donc conscient et la mémoire de travail, mémoire du présent, permet de retenir de façon temporaire les informations pendant la réalisation de la tâche. La répétition de la tâche permet la mise en œuvre ultérieure automatique de l'habileté acquise. Il s'agit alors de la mémoire des automatismes où les procédures sont effectuées de manière implicite et donc inconsciente. La mémoire épisodique permet de stocker les informations concernant les événements personnellement vécus à la condition que la fidélité de la situation et du contexte de la formation soit identique à celle de la pratique clinique, d'où l'intérêt de l'apprentissage chirurgical sur corps humain (Nutt J, Mehdian R, Parkin I, Dent J, Kellett C. *Cadaveric surgery: a novel approach to teaching clinical anatomy. Clin Teach* 2012;9:148-51 / Richer JP, Delpech PO, Danion J, Barrou B, Breque C, Oriot D, Faure JP. *Le modèle de simulation SimLife en médecine interventionnelle : validation pédagogique avant sa diffusion universitaire. Bull. Acad. Natle Med.* 2018;202(8-9):2037-51).

V.3. Accessibilité

La contribution du Don du Corps à la formation en Chirurgie et Médecine interventionnelle met en jeu le nombre de corps donnés à la science, et les structures d'enseignement en rapport avec les CDC.

Au cours des dernières années, en France, entre 2 500 et 3 000 personnes ont fait don de leur corps à la science chaque année après leur mort aux 27 CDC français ; elles contribuent ainsi à

V.3.a Attribution de Corps donnés à la science aux spécialités interventionnelles

l'enseignement de la médecine à la recherche et à l'apprentissage et l'amélioration des pratiques chirurgicales (Moutel G, Gouriou M, Suzat B, Batteur A, Ploteau S, Destrieux C, Grandazzi G. *Med Sci (Paris)* 2023 ; 39 : 164-9 / Brenner E, Bleys RLAW, de Caro R et al. *The legal and ethical framework governing body donation in Europe – 2nd update on current practice. Ann Anat* 2024 ; 252 : 152-95).

Les pratiques des CDC sont actuellement soumises au décret du 27 avril 2022 relatif au don du corps à des fins d'enseignement et de recherche, qui s'inscrit dans le cadre des nouvelles lois de bioéthique (voir Chapitre I – Analyse critique).

Même si l'attribution de corps à la formation en chirurgie et médecine interventionnelle existe de façon historique et se poursuit actuellement, le « faible » nombre de corps donnés à la science au niveau national et la nouvelle réglementation depuis 2022 imposent une organisation stricte de la mise à disposition des corps et sa gestion par la gouvernance de la structure d'accueil des corps désignée par l'établissement autorisé (CDC), structure d'accueil soumise à l'avis d'un comité d'éthique, scientifique et pédagogique (CESP).

En pratique, les formations ont lieu dans les locaux anatomiques ou dans les écoles de chirurgie ou centres de simulation : elles doivent se faire dans les locaux de la structure d'accueil des corps de l'établissement portant l'autorisation ; soit dans un établissement public à caractère scientifique, culturel et professionnel (Unité de formation et de recherche en charge des études de santé), soit dans un établissement de santé.

V.3.b. Relations des CDC avec les écoles de chirurgie et les centres de simulation

En accord avec la réglementation de 2022, le responsable de la structure d'accueil des corps (CDC) est un enseignant-chercheur de l'Université (établissement public à caractère scientifique, culturel et professionnel) ou à un PU-PH d'un CHU (établissement public de santé). Ce responsable est assisté par un comité d'éthique, scientifique et pédagogique (CESP) dont il ne peut pas être membre.

Ce comité comprend entre 10 et 20 membres répartis en deux collèges : un collège composé de personnalités de l'établissement autorisé, désignées par son responsable, et un collège de personnalités extérieures à l'établissement autorisé de niveau régional ou interrégional désignées par le recteur de la région académique intégrant une représentation des donneurs ou de leur famille

Le responsable du CDC ne peut permettre l'accès aux corps à des équipes de formation ou de recherche que si le programme ou le projet a fait l'objet d'un avis favorable par le comité d'éthique, scientifique et pédagogique. « Les programmes de formation faisant appel à une utilisation de corps donnés à des fins d'enseignement médical et de recherche concernent exclusivement la formation des membres des professions médicales, des personnels qui interviennent dans les blocs opératoires sous la supervision des premiers, et des personnes qui

se destinent à l'exercice de ces professions. La participation d'une entité extérieure, et de ses personnels, à l'établissement autorisé à la mise en œuvre des projets de formation ou des projets de recherche ne peut concerner qu'une activité de formation médicale de grande technicité en matière chirurgicale ou impliquant le recours à des innovations spécialisées, ou un projet de recherche » (*Décret n° 2022-719 du 27 avril 2022 relatif au don du corps à des fins d'enseignement médical et de recherche*).

En résumé, le responsable de la structure d'accueil des corps (CDC) est seul en mesure de donner l'autorisation d'accès au corps si l'avis du comité est positif.

Il doit exister un partenariat entre le CDC, l'école de chirurgie et le centre de simulation et toutes les formations chirurgicales ou en médecine interventionnelle proposées doivent être validées par le comité d'éthique, scientifique et pédagogique.

V.4. Coût

V.4.a. Éléments du coût (produits, cercueil, salaires, crémation, transport...)

Le don du corps est gratuit mais a un coût conséquent : transport du défunt du lieu de décès jusqu'au centre d'accueil, produits utilisés pour la conservation, cercueil, frais de transport du centre d'accueil vers le crématorium, crémation, dispersion des cendres. En fonction des centres (taille de l'aire géographique couverte, nature des opérateurs funéraires qui interviennent...) ce coût peut être estimé à environ 2000-2500 euros par corps.

Il faut ajouter les frais de structure (équipements, fluides, électricité, chambres de conservation)) et les salaires des personnels des centres de don.

L'abondement du MESRI est d'environ 1200 euros par corps, ce qui ne couvre pas les coûts réels et met les établissements en difficulté. Par ailleurs, l'abondement ministériel est versé au budget des universités sans être fléché vers le don du corps, rendant fragile la pérennité des centres d'accueil.

V.4.b. Financement

Les activités en lien avec l'industrie sont indispensables à la formation des praticiens mais ne doivent pas « détourner » la majorité des corps au détriment des activités d'enseignement et de recherche, du fait de leur valorisation (Courrèges et al., 2020). Le maintien d'un équilibre entre ces différentes activités, valorisées financièrement ou non, est un impératif éthique auquel il ne peut être dérogé et qui est inscrit dans le décret du 22/4/2022.

VI.1. Corps entier statique : Quand ? Intérêts ? Inconvénients ? Pour qui ? Comment ? Coût ?

VI. Don du corps. Place dans la formation

- L'utilisation du corps entier, dans l'enceinte du CDC ou dans un centre de simulation, est justifiée en permanence pour les formations concernant le cou et le tronc.
- Intérêts : la formation est de type immersif lors de l'abord d'un corps entier.
- Inconvénients : en cas de transport en centre de simulation, celui-ci nécessite l'intervention d'un opérateur funéraire, et le coût est élevé.
- Lorsque l'intervention a été simulée avec ablation d'un organe, celui-ci ne peut pas être remplacé et ceci limite la répétabilité de gestes techniques.

Pour qui ?

Ce sont essentiellement les chirurgiens thoraciques, digestifs, gynécologiques, ORL et Orthopédistes, qui sont concernés. Les anesthésistes-réanimateurs peuvent avoir recours au corps entier pour des séances de formations en anesthésie locorégionale avec injections plexiques. Les chirurgiens plasticiens peuvent aussi devoir s'entraîner pour la réalisation de lambeaux cutanés ou musculocutanés prélevés sur le tronc. Toutes ces disciplines sont confrontées aux nécessités d'acquies et de maîtriser des techniques de reconstruction.

Comment ?

La soumission d'un protocole de formation, validé par le CESP, reste l'étape incontournable et détermine les conditions techniques (installation du corps, matériels nécessaires).

L'utilisation des corps à des fins d'enseignement et de recherche fait l'objet d'une optimisation maximale, dans le but de servir au plus grand nombre, ce qui est souvent un objectif évoqué par les donneurs. La segmentation, suivie d'un soigneux regroupement des pièces tracées, permet l'utilisation adéquate des pièces anatomiques prélevées sans dégradation des autres segments par interruption du processus de conservation.

Les frais de sutures cutanées ont été comptés dans les frais unitaires (paragraphe 1), car ces éléments font partie de toutes les procédures mises en œuvre dans le cadre de la maintenance et

de la conservation des corps après chaque procédure d'enseignement ou de recherche.

VI.2. Corps revascularisés et SimLife: Quand ? Intérêts ?

Inconvénients ? Pour qui ? Comment ? Coût ?

(Danion J, Breque C, Oriot D, Faure JP, Richer JP. *SimLife technology in surgical training – a dynamic simulation model. J Visc Surg* 2020 ; 157(3 Suppl2) : S117-S122).

Le corps frais donné à la science (congelé/décongelé et dont le système vasculaire a été lavé et vidé de son sang natif) est composé de trois éléments :

- Le caractère immersif, grâce à une vascularisation pulsatile par du sang simulé réchauffé à 37°C injecté par des canules artérielles et veineuses et grâce à une ventilation par intubation ou trachéotomie, contrôlés par un ensemble d'appareils breveté branché au corps (vaisseaux et trachée) : le « Pulse for Practice » ou P4P®
- La pédagogie par simulation : ce corps rendu dynamique simule un patient anesthésié au bloc opératoire, avec ses variations anatomiques, ses organes colorés et chauds dont les textures tissulaires sont semblables à celles d'un tissu vivant, sur lequel peuvent être appliquées les techniques chirurgicales, de différentes spécialités, par tous les abords (« ciel ouvert », laparoscopie et thoracoscopie, robotique) pour la formation initiale mais aussi continue des chirurgiens (et de leurs équipes) ou des opérateurs en médecine interventionnelle évalués selon les modalités de la pédagogie par simulation.

Différents types vasculaires permettent l'adaptation du corps à différents types de chirurgies (spécialités) envisagées sur le corps.

L'organisation d'une « journée de simulation » nécessite en règle une session de préparation la veille, soit la mise en œuvre de deux jours d'activités.

Inconvénients et coûts : La technologie SimLife nécessite un important investissement :

- Un laboratoire d'anatomie disposant du matériel (P4P et faux sang), des compétences techniques adaptées à la technologie et des ressources humaines
- Adossé à un centre de Don du Corps

- Une organisation claire et précise ; cette technologie ne peut être utilisée en pédagogie que pour des formations internationales, nationales ou régionales
- Un financement pour l'achat du P4P et les Kits de faux sang

S

Pour qui ? Ce modèle peut être proposé pour toutes les spécialités chirurgicales, en médecine interventionnelle, pour des formations pluridisciplinaires et multi-professionnelles.

Intérêts: la simulation de type « SimLife » représente actuellement les conditions optimales d'apprentissage sur corps et tissus humains au plus proche des conditions peropératoires.

Ce modèle est pertinent pour des formations à des situations exceptionnelles telle que la chirurgie en situation de guerre ou de catastrophe, la formation au « *Damage Control Surgical* »

...

La technologie SimLife s'adresse aux internes des phases 2 et surtout 3 ainsi qu'aux Chefs de clinique et Assistants et aux jeunes Praticiens Hospitaliers. L'investissement en temps, ressources humaines, moyens et finances explique que ce modèle doit être réservé à des futurs chirurgiens ou opérateurs en médecine interventionnelle à la fin de leur apprentissage.

Ce modèle peut être mis à disposition pour une certification.

Propositions d'optimisation : La création d'un réseau SimLife national est l'enjeu !

En France de nombreuses Facultés de Médecine sont maintenant équipées, au niveau de leur centre de Don du Corps, de la technologie SimLife : Reims, Nantes, Caen, Rouen, Nancy, Lyon, Saint-Etienne, Bordeaux, Toulouse, Nice, Rennes et Poitiers. Le recours à ce support d'enseignement est très souvent organisé au niveau régional et interrégional.

D'autres pays sont très intéressés : Italie, Suisse, Canada...

Le modèle SimLife est tout à fait adapté pour autoriser les voies d'abord vidéoscopique et robotique et des formations en équipes pluridisciplinaires et multi-professionnelles ainsi que pour la médecine opératoire.

La constitution actuelle de réseaux au sein des inter régions pour la formation universitaire des différentes spécialités chirurgicales permet la circulation des apprenants et des équipes de formateurs, et la répartition des charges techniques et financières.

La création d'un réseau permettrait d'organiser les formations nationales des différentes spécialités dans des Laboratoires d'anatomie/CDC répartis sur l'ensemble du territoire en regard du nombre de corps (insuffisant) reçu par chaque CDC.

VI.3. Pièces anatomiques : Quand ? Intérêts ? Inconvénients ? Pour qui ? Comment ?

Quand ? Le décret d'Avril 2022 impose une limitation de la segmentation qui « doit rester exceptionnelle » (R. 1261-17) et être autorisée par le CESP (R. 1261-17).

Intérêts : L'utilisation de pièces anatomiques est adaptée à des sessions de formations concernant une zone déterminée aisément détachable du corps donné à la science (exemples : prélèvements d'os temporaux pour travaux de chirurgie intrapétreuse en ORL, entraînement de chirurgiens ophtalmologistes sur bulbes oculaires).

L'utilisation de pièces limitées permet la préservation de la conservation du reste du corps donné à la science.

Inconvénients : la vigilance la plus stricte est apportée au marquage des pièces mises à disposition pour l'assurance de la correcte restitution.

Pour qui ?

Toutes les disciplines médicales interventionnelles peuvent être concernées.

Comment ?

L'utilisation des corps à des fins d'enseignement et de recherche fait l'objet d'une optimisation maximale, ce qui est souvent un objectif évoqué par les donateurs. La segmentation, suivie d'un soigneux regroupement des pièces tracées, permet l'utilisation adéquate des pièces anatomiques prélevées sans dégradation des autres segments par interruption du processus de conservation. La segmentation est réalisée par un technicien formé et compétent, sous la responsabilité du Directeur du CDC, et d'après un protocole validé par le CESP, et correspond au segment de membre nécessaire à la formation envisagée (exemples : avant-bras et main pour une session de formation de chirurgie de la main, genou pour une session d'arthroscopie du genou).

Le transport, si le lieu de la séance de formation n'est pas dans l'enceinte du CDC, est autorisé par le Directeur du CDC, en vue d'une session précisément établie sous la responsabilité du responsable désigné de la formation. Les participants sont identifiés, opérateurs et partenaires de l'industrie éventuels, nominativement. Les dates de départ et de retour des pièces anatomiques au CDC sont clairement déterminées.

Coût des réparations :

Les frais de sutures cutanées et le regroupement des pièces anatomiques tracées ont été comptés dans les frais unitaires (paragraphe 1), car ces éléments font partie de toutes les procédures mises en œuvre dans le cadre de la maintenance et de la conservation des corps après chaque procédure d'enseignement ou de recherche.

VI.4. Blocs perfusés

Quand ? Intérêts et inconvénients ?

Les blocs perfusés rejoignent la description faite pour les pièces anatomiques, en ajoutant un flux liquidien dans le réseau vasculaire.

Pour qui ?

Ce sont essentiellement les chirurgiens des extrémités des membres qui sont concernés : orthopédistes, vasculaires, plasticiens.

Comment ?

Le recours à des blocs perfusés est moins fréquent, et fait distinguer :

- La perfusion dans un but d'opacification et de remplissage du réseau vasculaire, pour des travaux de cartographie artérielle ou veineuse : exemples : détermination de vaisseaux directs ou perforants pour des lambeaux musculo-ou fasciocutanés, et territoires de vascularisation (chirurgie reconstructrice de membres) après injection de latex ou de résines colorées
- La perfusion continue de liquide dans le réseau artériel d'un membre pour la répétition de techniques opératoires.

B. Mannequins destinés à la formation pratique en Chirurgie et en Médecine

I – Analyse critique Interventionnelle

Les simulations dites synthétiques utilisent des mannequins de deux grands types :

I.1.a. Les modèles de basse-fidélité

I.1. Les principaux modèles synthétiques pour la Chirurgie et la Médecine Interventionnelle

Ils sont statiques et reproduisent :

- Une partie du corps humain et sont des simulateurs de tâche pour s'initier à un geste technique. Ils sont plutôt employés pour la simulation procédurale.
- Le corps humain en trois dimensions dans sa totalité (nourrisson, enfant, adulte) pour faciliter l'apprentissage de prises en charges plus globales

I.1.b. Les mannequins haute-fidélité

Ils possèdent une interface informatique complexe capable de reproduire un grand nombre de paramètres vitaux et de signes cliniques selon les situations physiologiques ou pathologiques simulées. Ils sont connectés et peuvent être pilotés par l'instructeur ou répondre de façon automatisée aux actions des participants. Ces mannequins permettent de simuler des prises en charge complexes médicales en équipe mais n'ont aucun réalisme anatomique interne puisqu'ils sont équipés de mécanismes et d'informatique.

I.1.c. Réalisme anatomique et qualité de l'immersion

Les mannequins synthétiques simulateurs de patients rarement vascularisés (SynDaver Surgical Model, Surgical Simulation Suite, Surgical Abdomen Training System, Surgical Cut Suite), sont encore très loin de la réalité organique, souvent avec des erreurs anatomiques notamment dans les rapports.

Ils ne possèdent pas l'aspect visuel et tactile des organes et viscères et ne présentent aucune variation anatomique (*Gilbody J et al. The use and effectiveness of cadaveric workshops in higher surgical training : a systematic review. Ann R Coll Surg Engl. 2011 ; 93(5) :347-52*).

Pour certains, ils peuvent être utiles dans les premières étapes de l'apprentissage chirurgical, pour travailler secondairement sur des modèles plus complexes, animaux ou cadavériques humains (*Patnaik R, Khan MTA, Oh T, Yamaguchi S, Fritze DM. Technical skills simulation in transplant surgery : a systematic review. Global Surg Reduc 2022 ; 1(1) : 42*)

L'utilisation des modèles synthétique dépend des spécialités chirurgicales concernées et du type de voie d'abord : « ciel ouvert », vidéoscopie ou robotique.

A l'heure actuelle, les simulateurs de patients synthétiques combinés à des systèmes de modèles synthétiques offrent une alternative potentielle à la formation sur les animaux et corps donnés à la Science pour certaines chirurgies.

La validité des modèles synthétiques semble avoir été démontrée en robotique urologique. Le développement de modèles synthétiques avancés n'est pas encore aussi mature dans d'autres

disciplines chirurgicales telles que la gynécologie, la chirurgie colorectale et générale. La transition vers un programme entièrement numérique et synthétique pour la chirurgie robotique nécessitera la capacité de concevoir une amélioration des caractéristiques pédagogiques de ces modèles (*Costello DM, Huntington I, Burke G, Farrugia B, O'Connor AJ, Costello AJ, Thomas BC, Dundee P, Ghazi A, Corcoran N. A review of simulation training and new 3D computer-generated synthetic organs for robotic surgery education / Grossi S, Cattoni M, Rotolo N, Imperatori A. Video-assisted thoracoscopic surgery simulation and training : a comprehensive literature review. BMC Med Educ 2023 ; 23 : 535*).

II. Efficacité

II.1. Evaluation des formations sur mannequins en Médecine interventionnelle et chirurgie

II.1.a. Qui évalue ?

Les formateurs assument l'évaluation de la formation entreprise, au nom de l'institution qui les missionnent : formation universitaire, formation organisée par un partenaire de l'industrie.

II.1.b. Par quelle méthode ?

L'évaluation repose sur la validation par les formateurs d'un cahier des charges établi avant la formation, définissant les objectifs de la formation et les critères de l'évaluation. La référence institutionnelle est actuellement l'ouvrage de la HAS précisant les recommandations des techniques de simulation (cf supra), qui sont en accord avec les principes énoncés par la Société française de Simulation en Santé (SOFRASIMS).

La séance de simulation est évaluée par une Grille d'habiletés techniques, qui prend aussi en compte la Maîtrise technique et la Maîtrise comportementale.

III – Accessibilité

La notion de « debriefing », étape ultime qui évalue la formation, est essentielle.

III.1. Stockage et maintenance

Les mannequins sont stockés dans les locaux des centres de simulation. La maintenance du matériel comprend le remplacement des pièces que la formation peut avoir compromises, ainsi que la surveillance du matériel informatique pour les mannequins connectés.

III.1.a. Locaux pour leur utilisation

L'utilisation de ces mannequins se fait dans les locaux des centres de simulation, ou dans les locaux mis à disposition dans le cadre de formations itinérantes, comme cela est réalisé dans certaines inter-régions sanitaires qui visent à mutualiser les séances et les matériels de formation.

III.1.b. Financement

Les coûts engendrés par l'acquisition ou la location des mannequins de formation des opérateurs sont à la charge des centres de formations. Des partenaires de l'industrie peuvent prendre en charge la mise à disposition des mannequins pour des sessions de formations spécifiques.

IV.1. Coût unitaire

IV. Coût
Le coût est très variable en fonction des différents mannequins commercialisés. Les coûts d'achat vont de quelques centaines à plusieurs milliers d'euros.

Les mannequins connectés mettent en œuvre un support informatique associé.

Les mannequins proposent des pièces opérables, susceptibles de devoir être remplacées après utilisation (exemple : pièce trachéale de mannequin de trachéostomie)

Les mannequins qui proposent la réalisation d'un geste sur support de réalité virtuelle augmentée (robots) mettent en œuvre un important support informatique. L'acquisition de ces robots de formation suggère des budgets de plusieurs dizaines de milliers d'euros.

La répétabilité des gestes d'apprentissage met en cause la pièce opérée : est-elle réutilisable ou

IV.2. Nombre d'utilisations
doit-elle être changée ? L'exemple de membranes à remplacer après des apprentissages de trachéostomie montre la nécessité éventuelle d'utilisation d'une pièce pour une technique.

IV.3. Coût

Il comprend l'achat du module concerné (coût élevé) et le coût des réparations et remplacements éventuels.

IV.3.a. Durée de vie

Les pièces concernées par le geste technique étudié et répété peuvent avoir une durée de vie limitée. Une expérience récente, au cours des examens cliniques par observation simulée (ECOS) a montré la nécessité de réparer ou remplacer une cavité palpée après une dizaine d'examens, alors que plus d'une centaine d'étudiants étaient concernés.

V. Place dans la formation : Quand ? Intérêts ? Inconvénients ? Pour qui ? Comment ?

Quand ?

Les mannequins sont par définition disponibles en permanence ?

Intérêts ?

Les mannequins proposés sont souvent des mannequins anatomiques, utiles pour l'apprentissage et l'entretien des connaissances en Anatomie, fondement de toute médecine opératoire.

Les mannequins dits « chirurgicaux » concernent des supports de formation aptes à la réalisation d'un geste technique : injections, massages cardiaques, intubation trachéale, trachéostomie, sondages. Les mannequins d'entraînement permettent des gestes opératoires : exemple : chirurgies endocavitaires (endo-articulaires, abdominales, thoraciques, pelviennes), reconstruction par imprimante 3D de structures anatomiques (arcades dentaires sur os maxillaire et mandibule pour la formation en odontologie).

Les mannequins connectés ajoutent la possibilité d'enregistrement de paramètres de surveillance du geste réalisé : (exemple : validation de l'efficacité d'un massage cardiaque sur l'activité circulatoire)

Les mannequins associés à un système de robot permettent l'apprentissage et la maîtrise de l'outil robotique.

Tous ces systèmes ont leurs intérêts propres : acquisition d'une compétence technique, répétabilité à volonté jusqu'à la maîtrise technique, dans la limite de la nécessité de remplacement de la pièce opérée.

Inconvénients :

la qualité est variable, la réalité (haptique) des appareils proposés est plus ou moins fidèle vis-à-vis des véritables conditions opératoires. Le coût est élevé, et peut être majoré par la nécessité de remplacer les pièces opérées (cibles).

Il peut se poser aussi la difficulté du stockage des mannequins entre les sessions d'enseignements.

Pour qui ?

Tous les soignants en formation ou en exercice peuvent être intéressés par l'apprentissage et l'acquisition de compétences techniques ou la formation professionnelle continue.

Comment ?

Les sessions doivent être encadrées et validées par des formateurs certifiés.

V. Evaluation

La problématique de l'évaluation est identique à celle qui est associée aux formations par simulation sur corps donnés à la science.

Les responsables des centres de simulation mettent en œuvre la logistique nécessaire (mannequins, locaux). Ils peuvent attester de la participation d'un apprenant à une session de formation. Mais la validation de la formation incombe au responsable pédagogique de la discipline concernée.

Conclusion

À l'issue de ce travail, il apparaît que les différents supports d'enseignement dans la formation des opérateurs sont complémentaires.

Le travail sur corps donnés à la science conserve sa place dans cette formation par les exercices de simulation de techniques. L'utilisation des mannequins chirurgicaux est peu développée.

Quel que soit le support d'enseignement, l'évaluation et la validation des compétences doivent être précisées.

4.PLACE DU MODÈLE DE GRAND MAMMIFÈRE VIVANT ANESTHÉSIÉ

QUAND, POUR QUI, COMMENT ?

MIKAEL CHETBOUN¹⁻², NGUYEN TRAN³, THOMAS HUBERT²

1 CHU de Lille, Lille, France

2 Université de Lille - UFR3S - Médecine, École de Chirurgie, Lille, France

3 Université de Lorraine, École de Chirurgie, Nancy, France

L'évolution rapide des technologies et des pratiques chirurgicales, combinée aux exigences croissantes en matière d'éthique et de sécurité des patients, a profondément transformé la formation des internes en chirurgie.

Si le modèle traditionnel de compagnonnage reste essentiel, il ne suffit plus à garantir l'acquisition des compétences techniques complexes requises pour des interventions de plus en plus spécialisées.

Face à la diminution du temps de formation au bloc opératoire et aux restrictions imposées par les nouvelles réglementations, la simulation a pris une place centrale dans l'enseignement chirurgical.

Parmi les différentes méthodes disponibles, l'utilisation de modèles animaux vivants anesthésiés occupe une position particulière en raison de leur grand réalisme, permettant aux internes de s'exercer dans des conditions proches de la réalité clinique. Toutefois, cette pratique soulève des questions éthiques et logistiques importantes, notamment autour du respect du bien-être animal et des coûts associés.

Cette revue se propose d'analyser de manière critique l'utilisation du modèle animal vivant dans la formation chirurgicale, en abordant son efficacité, ses limites, ses enjeux éthiques, ainsi que son intégration dans un cursus multimodal respectant les principes des 3R (Réduction, Raffinement, Remplacement) applicables à l'utilisation d'animaux à des fins scientifiques.

A/ Introduction

1. Contexte et importance de la formation technique en chirurgie

La formation des internes en chirurgie représente une étape cruciale dans leur parcours professionnel. Ce processus exigeant vise à doter les futurs chirurgiens des compétences techniques et non techniques nécessaires pour mener à bien des procédures chirurgicales de plus en plus complexes.

La chirurgie, par nature, requiert des compétences techniques manuelles importantes, une connaissance approfondie de la séméiologie clinique, de l'anatomie et la capacité à réagir face à des situations imprévues.

C'est pourquoi l'acquisition de ces compétences ne peut se limiter à de simples connaissances théoriques.

L'enseignement chirurgical traditionnel, initié par William Halsted au XIX^e siècle, repose sur un modèle de compagnonnage où les internes apprennent progressivement et en conditions réelles sous la supervision directe de chirurgiens expérimentés.

Cependant, les évolutions éthiques, technologiques et les exigences croissantes du système hospitalo-universitaire révèlent les limites de ce modèle ; les internes formés aujourd'hui sont par ailleurs moins formés au bloc opératoire.

Un enjeu majeur concerne ainsi les problématiques éthiques liées à la formation chirurgicale.

Laisser un interne débutant réaliser un geste chirurgical chez un patient pour la première fois en conditions réelles, même sous la supervision d'un chirurgien expérimenté, présente un danger pour la sécurité du patient, la société refusant ainsi implicitement le risque encouru par un chirurgien en apprentissage peu aguerri.

La pression médico-légale croissante et l'augmentation des litiges liés aux complications chirurgicales sont également des facteurs déterminants dans le recours accru à des méthodes alternatives de formation.

De plus, l'évolution rapide actuelle des technologies chirurgicales telle la chirurgie robotique ainsi que de nombreux autres outils innovants utilisant des technologies de rupture comme la réalité virtuelle ou augmentée, l'intelligence artificielle, la blockchain, exigent encore davantage que les chirurgiens eux-mêmes se forment en continu.

Cela limite leur disponibilité pour enseigner ces techniques en temps réel au bloc opératoire.

L'essor de la chirurgie ambulatoire, où les interventions doivent être effectuées de manière rapide et précise, ainsi que la pression économique pour maximiser l'utilisation des blocs opératoires, laissent peu de marge pour l'apprentissage en temps réel.

Les internes ont donc moins d'opportunités de se former directement au bloc.

En raison de réglementations strictes sur le temps de travail et du repos de sécurité, les internes passent moins de temps au bloc opératoire, ce qui limite leur exposition à la pratique chirurgicale. De plus, l'enseignement de la chirurgie est majoritairement pratiqué en milieu hospitalier et le plus souvent en centre hospitalo-universitaire dont l'hyperspécialisation est de plus en plus grande. Les internes sont ainsi de moins en moins exposés aux procédures chirurgicales les plus courantes chez des patients « standard » avec peu ou pas de comorbidité.

Face à ces enjeux, **la Haute Autorité de Santé (HAS)** a mis en place en 2012 le principe "Jamais la première fois chez le patient", une préconisation pédagogique visant à s'assurer que les internes ne réalisent pas leur première intervention clinique sans une formation préalable en simulation ainsi que des recommandations soulignant l'importance de la simulation en Santé pour valider les compétences des internes avant leur mise en pratique sur des patients réels.

La simulation permet ainsi aux internes d'exercer des compétences techniques complexes dans un environnement contrôlé, les préparant à des situations réelles tout en améliorant la sécurité des patients.

Par conséquent, le modèle de compagnonnage traditionnel doit évoluer vers une approche plus structurée et active. Cette évolution repose sur une formation progressive des internes, passant par différentes étapes allant de l'apprentissage des compétences techniques de base à des **compétences techniques** de plus en plus complexes ainsi que des compétences non techniques aussi appelées "soft skills" ou **compétences comportementales** essentielles à la profession de chirurgien comme la communication, le travail en équipe, la prise de décision, la gestion des risques ou l'éthique professionnelle.

Les internes doivent être confrontés à des situations aussi proches que possible de la réalité clinique, ce qui justifie le recours à des modèles pédagogiques de plus en plus réalistes et immersifs.

Le modèle animal, en particulier porcin, en raison de sa similarité anatomique avec l'homme, a été largement adopté dans les formations chirurgicales avancées¹⁻³.

Les animaux utilisés sont issus des élevages commerciaux porcins et destinés aux abattoirs, dans un but alimentaire, ce qui constitue l'écrasante majorité du devenir de cette espèce dans les pays industrialisés occidentaux.

En 2022, l'utilisation du porc à des fins scientifiques (recherche et pédagogie) représentait 14000 individus (**soit 0.7% du nombre d'animaux utilisés à ces fins en France**) contre 23 millions de porcs abattus à des fins alimentaires (**soit 0.06 % du nombre de porcs utilisés à des fins scientifiques en France**).

Ce modèle offre un environnement d'apprentissage qui permet de reproduire fidèlement les conditions opératoires, incluant la manipulation de tissus vivants, la gestion des hémostases et l'exécution de gestes techniques spécifiques.

L'utilisation du modèle porcin dans l'enseignement de la chirurgie repose sur sa capacité à fournir une expérience pratique authentique. Le porc présente des similitudes anatomiques significatives avec l'homme. Ces similitudes permettent aux internes de pratiquer des interventions complexes dans un cadre contrôlé, en apprenant à gérer les aspects techniques de la chirurgie, mais aussi à gérer les situations imprévues comme le contrôle d'une hémorragie peropératoire.

Le modèle animal permet ainsi l'apprentissage des compétences techniques en chirurgie ouverte, mais est aussi un outil de simulation de « haute-fidélité » dans l'apprentissage des techniques de chirurgie mini-invasive et robot-assistée.

Depuis 2015 et les attentats perpétrés sur le territoire francilien, les Agences Régionales de Santé (ARS) ont validé **les modules de formation à l'Assistance Massive aux Victimes (AMaVi)** d'actes terroristes par la mise en situation la plus réelle possible d'une gestion au bloc par les différents acteurs médicaux, paramédicaux et administratifs d'un éventuel afflux de victimes synchrones.

Au CHU et à la Faculté de Santé UFR3S / Médecine de Lille, cet apprentissage se fait ainsi deux fois par an (trois en 2024 avant les Jeux Olympiques de Paris 2024, eu égard au risque terroriste patent heureusement non concrétisé) sur modèle porcin anesthésié et fortement analgésié blessé par arme blanche à plusieurs reprises, avec intervention des équipes chirurgicales visant à réanimer l'animal.

Ces mises en situation visant à parfaire l'ergonomie d'intervention des différents acteurs au bloc opératoire connaissent un véritable succès en termes de rendu et d'appréciation des participants, unanimes sur la nécessité absolue de ce type de formation pratique en conditions les plus proches possibles de la réalité⁴.

D'autres modèles animaux trouvent également toute leur place, tel le modèle murin et en particulier utilisant le rat, pour son utilisation à la formation des internes ayant recours à la microchirurgie.

Si ce modèle trouve toute sa place dans le cursus de formation des futurs microchirurgiens, il n'empêche absolument pas le recours à des techniques de simulation telle que celle de la double-horloge⁵ ayant largement démontré sa grande contribution à la réduction du nombre d'animaux conformément à la règle des 3R. On peut ainsi ajouter au principe « **Jamais la première fois sur le patient** » celui de « **Toujours sur le plastique avant le vivant** ».

2. Aspects éthiques et réglementaires

a. Dimension éthique de l'utilisation du modèle animal

L'utilisation du modèle animal (porcin essentiellement pour simuler la « **macro-chirurgie** » et murin pour simuler la **micro-chirurgie**) dans la formation chirurgicale soulève des questions éthiques importantes, en particulier dans un environnement où la sensibilité envers le bien-être animal est de plus en plus prononcée.

En 2015, l'alignement du Code civil sur l'article L214 du Code rural et de la pêche maritime datant de 1976, homogénéisant la notion « d'être sensible » donnée aux animaux jusqu'alors considérés par le Code civil comme des « biens meubles », a fortement contribué à ce changement dans l'esprit de la société dans son entièreté, la justice condamnant désormais tout acte de cruauté commis sur un animal sans jurisprudence opposable.

La nécessité d'utiliser des animaux vivants à des fins d'enseignement, aussi justifiée soit-elle par les bénéfices pédagogiques et cliniques, doit être évaluée à l'aune des principes éthiques modernes.

L'objectif est de concilier le besoin d'une formation chirurgicale réaliste avec le respect des êtres vivants sensibles.

L'utilisation de modèles animaux dans la formation des internes en chirurgie, d'un point de vue éthique, peut être considérée comme une étape indispensable pour garantir des soins de haute qualité aux patients.

En effet, certaines compétences chirurgicales, comme la réalisation d'une anastomose vasculaire, exigent des conditions de simulation extrêmement réalistes que seuls des modèles vivants et à cœur battant, comme le modèle porcin ou murin en microchirurgie, peuvent offrir. **Ces simulations dites de "haute-fidélité"** reproduisent de façon immersive les réactions physiologiques de l'humain, notamment la coagulation du sang, la circulation sanguine et la pression artérielle.

Cela est particulièrement crucial pour des gestes techniques complexes comme l'anastomose vasculaire où une maladresse technique même mineure peut conduire à une thrombose ou à une hémorragie de l'anastomose, des situations chirurgicales que l'interne doit apprendre à gérer en temps réel. La texture des tissus, la réponse des vaisseaux sanguins à la suture selon le modèle de fil ou de l'aiguille utilisée, et la dynamique du flux sanguin ne peuvent être reproduites avec la même précision dans les simulations non biologiques synthétiques, les mannequins ou même dans un modèle de cadavre humain perfusé.

Ainsi, le modèle animal vivant anesthésié offre un apprentissage immersif et indispensable pour préparer les chirurgiens à des scénarios réels où une précision extrême est exigée pour éviter des conséquences graves chez le patient.

Cependant, ce bénéfice pédagogique ne peut légitimer l'usage non encadré des animaux, notamment sans réflexion préalable sur les alternatives ou les méthodes qui réduisent la souffrance animale.

L'éthique contemporaine incite à aborder cette question de manière proactive, en intégrant des considérations morales dans le processus de décision, et en cherchant à développer des alternatives viables.

Cette approche doit permettre d'engager les enseignants et les internes dans une réflexion éthique qui va au-delà de la simple conformité légale et vise à minimiser autant que possible le recours aux animaux dans un cadre pédagogique.

b. Respect du bien-être animal : Les 3R

La règle des 3R (Réduction, Raffinement et Remplacement), élaborée par Russell et Burch en 1959⁶, est une référence incontournable en matière d'utilisation éthique des animaux à des fins scientifiques, dans la recherche comme dans la formation professionnelle. Son application au modèle animal d'enseignement de la chirurgie permet de cadrer cette utilisation de manière responsable et respectueuse du bien-être animal.

- **Réduction** : L'objectif ici est de limiter au maximum le nombre d'animaux utilisés.

Par exemple, dans une formation chirurgicale utilisant le modèle animal, on envisagera de réduire le nombre d'animaux par groupe d'internes, en maximisant l'apprentissage collaboratif ou en répétant les mêmes gestes sur un même animal au lieu de multiplier les sessions individuelles.

Une planification efficace des sessions permet de limiter la répétition excessive de procédures similaires.

Pour illustrer le principe de réduction, il est essentiel de maximiser l'utilisation des organes avant l'euthanasie d'un porc. Par exemple, les organes comme les intestins peuvent être prélevés, congelés et décongelés pour servir dans des exercices pédagogiques, comme l'apprentissage des anastomoses intestinales sur tissus ex vivo et permettant ainsi aux étudiants de pratiquer sans recourir à un nouvel animal à chaque formation.

Cela réduit le nombre total d'animaux nécessaires tout en optimisant la formation. De même, le maximum d'organes peut être utilisé à des fins de formation, tels que les yeux pour les internes en ophtalmologie, ou le cadavre de l'animal une fois euthanasié pour l'apprentissage de techniques chirurgicales complémentaires (pose de drain thoracique sur animal mort intubé/ventilé, pose de cathéter sus-pubien dans les mêmes conditions, etc.).

Une communication en interne visant à proposer des organes ex-vivo de l'animal post-mortem à la communauté scientifique et pédagogique constitue un prérequis simple à instaurer pour permettre d'optimiser le recours aux animaux, une fois la séance d'enseignement terminée.

- **Raffinement** : Ce principe vise à améliorer les conditions de vie des animaux et à réduire leur souffrance pendant et après les interventions.

L'utilisation du modèle animal implique des pratiques rigoureuses d'anesthésie et d'analgésie pour garantir que les modèles ne ressentent aucune douleur pendant les procédures chirurgicales.

Il est également important de veiller à l'optimisation des techniques chirurgicales pour minimiser les dommages collatéraux et assurer une récupération postopératoire aussi confortable que possible pour les animaux qui ne seraient pas mis à mort immédiatement après l'enseignement.

Ainsi, le recours à une pré-anesthésie de qualité suivie d'un maintien anesthésique assurant les quatre piliers d'une anesthésie profonde de qualité (narcose, neurolepsie, myorelaxation et analgésie) s'imposent, chez des animaux idéalement intubés/ventilés et monitorés (à minima fréquences cardiaque et respiratoire, saturation en oxygène, température corporelle) tels que le sont les patients au bloc opératoire.

Diverses molécules utilisées en prémédication (benzodiazépines, alpha2-agonistes, anesthésiques dissociatifs, propofol,...) combinées aux molécules assurant le maintien (propofol en seringue auto-pulsée, isoflurane, sévoflurane,...), le tout dans un contexte analgésique optimisé (anesthésiques locaux, opioïdes faibles – buprénorphine, butorphanol – voire forts pour les procédures chirurgicales sévères – morphine, méthadone, fentanyl et ses dérivés) sont indispensables à la bonne réalisation de l'enseignement chirurgical sur animal et contribuent pleinement au raffinement tel que décrit dans la réglementation, quand bien même

les animaux opérés le sont selon une procédure chirurgicale terminale (sans réveil).

En effet, l'absence de réveil ne doit en rien conduire à s'affranchir de toutes les techniques analgésiques précitées, de nombreuses études ayant prouvé chez l'animal comme chez l'homme l'extrême sensibilité à la douleur lors de procédures chirurgicales.

Un animal opéré, même s'il n'est pas réveillé en fin d'apprentissage, doit éthiquement bénéficier d'une prise en charge analgésique pleine et suffisante jusqu'à l'injection du cocktail euthanasique terminal.

- **Remplacement** : Quand cela est possible, il est essentiel de remplacer l'utilisation d'animaux vivants par d'autres méthodes.

Bien que le modèle animal soit essentiel pour certains aspects de la formation, il est possible de réduire le recours aux animaux en réalisant plusieurs étapes d'apprentissage sur d'autres modèles.

Par exemple, en début de formation, l'utilisation de modèles anatomiques synthétiques, suivie par des simulations numériques, peut permettre d'acquérir les compétences chirurgicales de base avant de passer à des modèles vivants. Cela optimise l'apprentissage tout en minimisant l'utilisation d'animaux.

L'objectif est de **réserver l'utilisation des animaux pour les situations où aucune autre alternative réaliste n'existe**, comme pour certaines compétences chirurgicales complexes qui nécessitent une interaction avec des tissus vivants.

c. Cadre légal

En Europe, l'utilisation des animaux à des fins scientifiques (et pédagogiques) est strictement encadrée par la **Directive 2010/63/EU** du Parlement Européen et du Conseil de l'Union Européenne, transcrite en droit français dans l'arrêté du 1^{er} février **2013**.

Cette directive définit des normes élevées pour la protection des animaux utilisés à des fins scientifiques et impose des conditions strictes pour l'utilisation des animaux à des fins d'enseignement, incluant la formation chirurgicale.

Selon cette réglementation, l'utilisation des animaux doit être justifiée par l'absence d'alternatives viables, doit se faire sous condition stricte de recours à l'anesthésie et à l'analgésie, et toute intervention sur les animaux doit être approuvée par un comité d'éthique elle-même autorisée par le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche (**procédure Apafis**).

Les institutions doivent également s'assurer que les conditions d'hébergement des animaux respectent des normes élevées, garantissant un environnement propre, adapté à l'espèce et réduisant le stress⁷.

Chaque projet impliquant des animaux doit être soumis à une évaluation éthique approfondie, et les établissements sont régulièrement inspectés pour s'assurer de leur conformité aux réglementations.

Des sanctions sont imposées en cas de non-respect de ces règles. Ces réglementations reflètent l'importance accordée au respect des animaux dans le cadre de la recherche et de la formation tout en veillant à ce que la qualité de l'enseignement chirurgical soit maintenue.

Ainsi, pendant la pandémie de Covid-19 (2020-2021), certains recteurs d'académie sollicités ont validé le maintien des travaux pratiques sur animaux de laboratoire pour les internes de spécialités chirurgicales impactés par les annulations de blocs, afin de poursuivre leur formation chirurgicale amoindrie par la réquisition des salles de blocs opératoires et l'équipement de réanimation pour les patients les plus sévèrement atteints.

En poursuivant cette réflexion éthique, les enseignants peuvent non seulement former des chirurgiens compétents, mais également des praticiens conscients de leurs responsabilités envers les animaux et la société^{8,9}.

Dans une étude portant sur la formation chirurgicale des urologues (interne et chef de clinique assistant), 198 participants ont été interrogés via un questionnaire après avoir participé à des simulations chirurgicales sur un modèle porcin vivant anesthésié¹⁰.

87,4 % des participants ont constaté des progrès techniques importants, et 79,8 % ont estimé que ces simulations devaient être obligatoires.

72,7 % ont mis en avant l'importance des entraînements en situation d'urgence.

Bien que 13,1 % aient considéré qu'il était non éthique d'effectuer les premières procédures chirurgicales sur des modèles vivants, 86,9 % ont préféré que les premières interventions soient réalisées sur des animaux plutôt que sur des humains. Enfin, 65,7 % des participants ont affirmé qu'il n'existait aucun modèle alternatif équivalent.

B/ Analyse critique détaillée des méthodes de formation en chirurgie (Table 1)

Dans la formation des internes en chirurgie, différents modèles de simulation de plus ou moins bonne fidélité chirurgicale sont utilisés pour enseigner les compétences techniques.

Chaque modèle présente des avantages et des inconvénients sur les plans pédagogique, logistique, organisationnel et financier.

Notre analyse explore ainsi ces aspects en comparant plusieurs méthodes avec le modèle de grand mammifère vivant anesthésié porcin, fréquemment utilisé pour les simulations avancées en chirurgie.

1. Modèles anatomiques synthétiques

Les modèles anatomiques synthétiques sont des répliques statiques ou interactives d'organes fabriqués à partir de matériaux comme le silicone ou le plastique. Ils permettent une pratique sécurisée des gestes chirurgicaux de base, comme les incisions et sutures.

- **Avantages pédagogiques** : Idéal pour les internes à la phase initiale d'apprentissage, ces modèles offrent une compréhension basique des gestes techniques, avec des répétitions illimitées et sans risque d'erreur clinique grave. Ils sont adaptés pour l'apprentissage des mouvements de base.

- **Limites pédagogiques** : Ils ne reproduisent pas la texture, la résistance et les réactions tissulaires naturelles (dont les hémorragies), limitant leur utilité pour les compétences plus avancées, telles que la gestion des tissus fragiles ou vasculaires.

- **Considérations logistiques** : disponibles en grande quantité, ils nécessitent peu de maintenance et sont faciles à stocker.

- **Coûts** : Relativement peu coûteux à fabriquer et à entretenir, les modèles synthétiques sont économiques à long terme, bien que les versions plus sophistiquées puissent avoir des prix plus élevés. Ils nécessitent toutefois d'être régulièrement renouvelés, en fonction de leur qualité initiale ainsi que de la fréquence et de la manière dont ils sont utilisés.

2. Mannequins haute-fidélité

Les mannequins haute-fidélité sont des répliques complexes de corps humains simulant diverses fonctions physiologiques, comme le pouls et la respiration.

Leur utilisation dans des scénarios immersifs, comme des situations d'urgence ou des soins

intensifs, permet une interaction soignant-patient réaliste.

Certains mannequins sont conçus pour des interventions chirurgicales simples, notamment en chirurgie endovasculaire.

-Avantages pédagogiques : Ces mannequins offrent un environnement sécurisé pour répéter des gestes en conditions d'urgence, avec un contrôle total sur les paramètres physiologiques. Ils sont particulièrement utiles pour la formation en équipes, et l'exercice des compétences non chirurgicales où la coordination et la gestion de crise sont essentielles. Ils sont aussi très réalistes, notamment pour les procédures chirurgicales endovasculaires¹¹.

- Limites pédagogiques : Malgré leur sophistication, ces mannequins ne peuvent simuler les réactions biologiques les plus réalistes ou la dynamique des tissus vivants. Cela limite leur pertinence pour l'apprentissage de gestes techniques avancés nécessitant une véritable interaction avec des tissus organiques, en particulier dans des conditions chirurgicales.

- Considérations logistiques : L'installation et l'entretien de ces mannequins sont complexes. Ils requièrent des infrastructures spécifiques et un personnel technique qualifié pour assurer leur maintenance, ainsi qu'une programmation adaptée aux différents scénarios d'apprentissage.

- Coûts : L'acquisition et l'entretien des mannequins haute-fidélité sont particulièrement coûteux, ce qui peut limiter leur disponibilité dans certaines institutions disposant de budgets restreints.

Leur coût initial peut être compensé par une réutilisation fréquente, mais leur accès reste limité à des centres de formation bien équipés.

3. Simulateurs numériques

Les simulateurs numériques permettent de recréer des environnements chirurgicaux pour l'apprentissage de gestes techniques notamment coelioscopique, thoracoscopique, hysteroscopique, arthroscopique et robot-assisté. Ils utilisent des logiciels pour simuler les interventions avec des retours visuels et parfois haptiques.

- Avantages pédagogiques : Idéals pour les répétitions sans risque, avec retour immédiat sur les performances. Adaptés pour l'apprentissage des procédures de base et intermédiaires telles que la préhension des tissus ou leur dissection simple.

- Limites pédagogiques : Manquent souvent de réalisme pour les interventions complexes où la texture et la réponse des tissus sont essentielles.

- Considérations logistiques : Nécessitent des ordinateurs et une maintenance régulière non négligeable (en particulier en cas de retour tactile haptique).

- Coûts : Coût initial élevé, mais rentabilité à long terme grâce à la réutilisabilité.

4. Réalité augmentée et réalité virtuelle (RA/RV)

La réalité augmentée et la réalité virtuelle créent des environnements immersifs permettant d'interagir virtuellement avec des organes et instruments.

- Avantages pédagogiques : idéal pour l'entraînement à des mouvements précis et la visualisation de scénarios complexes. Permettent une préparation mentale avant une chirurgie réelle.

- Limites pédagogiques : L'absence de retour tactile haptique réduit l'utilité pour les procédures complexes nécessitant une interaction physique directe avec les tissus.

- Considérations logistiques : Nécessitent des équipements sophistiqués et des mises à jour logicielles régulières.

- **Coûts** : Installation et maintenance coûteuses, avec des besoins technologiques importants.

5. Modèle animal vivant anesthésié

Le modèle animal vivant anesthésié reste une référence pour la formation en chirurgie complexe.

Il offre un environnement réaliste où les internes peuvent pratiquer sur des tissus vivants, gérer des saignements et réagir à des complications en temps réel.

- **Avantages pédagogiques** : Ce modèle reproduit fidèlement la texture des tissus, les saignements et la réaction des vaisseaux sanguins lors des sutures. Il est particulièrement utile pour des interventions comme les anastomoses vasculaires, intestinales, ou la gestion des complications, telles que l'hémorragie.
- **Limites pédagogiques** : Les différences anatomiques avec les humains, bien que limitées, peuvent poser des défis lors de certaines procédures spécifiques. De plus, le modèle animal ne permet pas la répétition illimitée de gestes techniques.
- **Considérations logistiques** : L'utilisation du modèle de grand mammifère, mais aussi de rongeur nécessite des infrastructures spécialisées, un personnel formé et des protocoles éthiques stricts. La gestion des animaux, de leur anesthésie à leur euthanasie en passant par leur analgésie, est un processus lourd en termes de logistique.
- **Coûts** : Il s'agit d'un modèle coûteux à mettre en œuvre, tant pour l'acquisition des animaux que pour leur hébergement et leur anesthésie.
L'éthique et les coûts élevés limitent leur accessibilité fréquente, voire universelle.

6. Cadavres humains non perfusés

Les cadavres non perfusés permettent une exploration anatomique réaliste sans les complications d'un organisme vivant.

- **Avantages pédagogiques** : Ils sont excellents pour apprendre les dissections et la localisation anatomique précise. Les cadavres offrent une vision fidèle des structures humaines et sont particulièrement utiles pour les interventions simples.
- **Limites pédagogiques** : L'absence de circulation sanguine et de réponse tissulaire dynamique limite leur utilité pour les chirurgies complexes. Ils ne permettent pas de pratiquer des gestes où le contrôle des saignements est crucial. Ils ne permettent pas non plus de pratiquer tous les gestes définis souhaités, car ceux-ci dépendent des modifications anatomiques présentes chez les individus. L'accès à ce modèle est limité par le don du corps et les capacités de stockage.
- **Considérations logistiques** : Le stockage des cadavres nécessite des installations spécialisées au sein d'un laboratoire d'anatomie et leur utilisation est régulée par des législations strictes du don de corps à des fins d'enseignement médical et de recherche.
- **Coûts** : Les coûts matériels liés aux traitements et au stockage des cadavres peuvent être élevés, limitant l'accès dans certaines institutions.

7. Cadavres humains perfusés, ventilés

Les cadavres humains perfusés et ventilés permettent de simuler la circulation sanguine, la respiration augmentant ainsi le réalisme des simulations chirurgicales.

- **Avantages pédagogiques** : En simulant la circulation et les saignements, ces modèles permettent des interventions chirurgicales plus complexes où le réalisme anatomique est

essentiel, offrant une expérience très immersive.

- **Limites pédagogiques** : Bien que plus réalistes que les cadavres non perfusés, ils ne reproduisent pas toutes les caractéristiques physiologiques des tissus vivants, notamment la réponse des organes à la manipulation prolongée. Après quelques heures de pratique, la qualité des tissus s'altère ainsi que la fidélité, notamment en termes de perfusion d'organe pouvant se modifier. Ces modèles sont le plus souvent utilisables une seule fois quand ils sont perfusés. Tous les cadavres sélectionnés pour être perfusés après décongélation ne pourront pas systématiquement être perfusés, car le maintien d'un réseau capillaire optimal durant la conservation est essentiel.

- **Considérations logistiques** : La gestion des cadavres doit être rapide après le décès, nécessitant des ressources humaines pour les préparer rapidement. Leur mise en œuvre est coûteuse, car elle requiert des systèmes de perfusion complexes pour simuler la circulation sanguine. Toutefois, leur utilisation est limitée dans le temps : la qualité de la perfusion se détériore au bout de quelques heures, réduisant la durée pendant laquelle ils peuvent être efficacement utilisés pour la formation.

- **Coûts** : Ces modèles sont coûteux et limitent leur accessibilité à quelques rares laboratoires d'anatomie en France.

Bien que le modèle animal soit précieux pour des procédures avancées nécessitant un haut niveau de réalisme, son utilisation présente plusieurs défis importants.

D'un point de vue logistique et financier, il requiert des infrastructures spécialisées, du personnel qualifié pour l'anesthésie, la gestion et le suivi des animaux, et des protocoles stricts pour garantir leur bien-être.

Ainsi, l'intégration raisonnée du modèle animal avec des méthodes alternatives moins coûteuses et plus accessibles, comme les simulateurs et les modèles synthétiques, est cruciale pour une formation complète, efficace et éthique.

Modèle	Avantages	Inconvénients	Logistique	Coûts
Modèles synthétiques	• sécurisés • répétitions illimitées	• peu réalistes pour tissus vivants	• faciles à stocker et entretenir	• faibles à modérés
Mannequins haute-fidélité	• simulations d'urgence réalistes • travail d'équipe	• pas de réactions biologiques • limités pour gestes avancés	• installation et entretien complexes	• élevés
Simulateurs numériques	• retours instantanés • répétitions sans risque	• manque de réalisme pour interventions complexes	• maintenance régulière nécessaire	• coût initial élevé, rentabilité long terme
Réalité augmentée / virtuelle	• mouvements précis • scénarios complexes	• absence de retour tactile	• équipement sophistiqué, mises à jour fréquentes	• élevés
Modèle animal vivant anesthésié	• très réaliste pour tissus et vaisseaux	• différences anatomiques • pas de répétitions illimitées	• infrastructure et personnel spécialisés • réglementation stricte	• élevés
Cadavres non perfusés	• dissection et anatomie réalistes	• pas de circulation sanguine • limité pour contrôle	• infrastructure et personnel spécialisés • réglementation stricte	• élevés

		des saignements		
Cadavres perfusés et ventilés	• circulation et respiration simulées, très réalistes	• dégradation rapide des tissus • utilisation limitée dans le temps	• infrastructure et personnel spécialisés • réglementation stricte	• élevés

Table 1 : modèles de simulation en chirurgie.

C/ Efficacité de l'utilisation du modèle animal vivant anesthésié

1. Réalisme et fidélité anatomique et physiologique

L'efficacité du modèle animal vivant anesthésié peut d'abord être argumentée en termes de réalisme et de fidélité par rapport à l'anatomie et à la physiologie humaines. En effet, le modèle animal, notamment porcin, présente de nombreuses similitudes avec le corps humain, notamment en ce qui concerne la texture des tissus, l'épaisseur de la peau, l'anatomie des systèmes cardiovasculaire, respiratoire et des organes de l'appareil digestif. Cela permet aux internes de s'exercer sur un modèle qui imite de très près les conditions réelles rencontrées en salle d'opération, offrant ainsi un apprentissage plus authentique.

Les internes peuvent s'entraîner à manipuler des tissus vivants, ce qui est impossible avec des mannequins ou des modèles inanimés. Cette manipulation en temps réel permet de mieux comprendre la résistance des tissus, la gestion des saignements et les mouvements dynamiques des organes et les contraintes liées à l'exposition chirurgicale en chirurgie ouverte, cœlioscopique, thoracoscopique et robot-assistée.

2. Sécurité et pratique sans risque pour le patient

L'un des grands avantages du modèle animal vivant anesthésié est la sécurité qu'il procure. En effet, les internes peuvent se perfectionner sans risquer de mettre en danger la vie d'un patient. Cela réduit non seulement l'anxiété des apprentis chirurgiens, mais garantit aussi que les erreurs commises pendant les étapes d'apprentissage n'ont pas de conséquences humaines graves. Elle offre la possibilité de tester plusieurs techniques, d'explorer différentes approches chirurgicales, et de répéter les interventions pour maîtriser les gestes sans conséquence pour le patient. Enfin, le risque de contamination du porc à l'apprenti liée à une blessure per-opératoire est quasi nul, les porcs utilisés étant sains, car issus des élevages fournissant les abattoirs à des fins alimentaires humaines.

3. Acquisition des compétences techniques complexes

L'efficacité peut être mesurée par la capacité des modèles vivants à favoriser une acquisition des compétences chirurgicales.

L'étude, menée par Hart et al.¹², a impliqué 559 médecins de combat randomisés en quatre groupes, comparant la formation sur modèle synthétique et sur grand mammifère vivant (chèvre anesthésiée). Les participants ont été formés et évalués sur sept procédures critiques d'urgence. Cette étude compare l'efficacité des modèles synthétiques vs. tissus vivants pour former les intervenants en soins de traumatologie à des procédures d'urgence, comme le contrôle des

hémorragies et la gestion des voies respiratoires. Les résultats montrent que pour les procédures simples, les modèles synthétiques sont aussi efficaces que les tissus vivants. Cependant, pour les procédures plus complexes (la trachéotomie de sauvetage, la pose de drains thoraciques), l'apprentissage sur tissus vivants s'avère supérieur, réduisant les échecs critiques lors des séances d'évaluations. Ces résultats suggèrent que bien que les modèles synthétiques puissent remplacer les tissus vivants pour certaines interventions, les tissus vivants restent essentiels pour l'apprentissage des procédures techniques avancées.

Martinic et al.¹³ examinent l'importance de l'utilisation du modèle vivant dans la formation médicale militaire, notamment pour traiter les traumatismes graves sur le champ de bataille. Il défend cette approche en soulignant le réalisme qu'elle procure, permettant aux médecins et secouristes de se familiariser avec des situations critiques difficiles à reproduire avec des mannequins ou simulateurs et que l'approche de formation utilisant des modèles de grands mammifères vivants a contribué à réduire significativement la mortalité au combat et reste indispensable tant que des alternatives pédagogiques en simulation n'atteignent pas le même niveau de réalisme.

L'étude menée par Collings et al.¹⁴ évalue l'utilisation d'un modèle porcin pour l'évaluation des compétences techniques des résidents en chirurgie générale au début de leur dernière année de formation (année 5). De 2017 à 2020, 37 résidents ont été évalués sur des procédures complexes telles que la cholécystectomie laparoscopique, la fundoplicature de Nissen, et la réalisation d'anastomoses intestinales, en utilisant des modèles de porcs vivants anesthésiés. Chaque procédure a été notée selon une grille détaillée, et un échec nécessitait une remédiation immédiate avec un expert avant un nouveau test ultérieur. Les résultats montrent que le modèle porcin permet d'identifier des lacunes techniques importantes, notamment pour des interventions complexes, et que le feed-back immédiat avec l'expert avant de réaliser une nouvelle procédure a permis à tous les résidents ayant échoué d'atteindre les compétences requises. Cette étude met en évidence que le modèle porcin est un outil précieux pour évaluer et renforcer les compétences techniques en fin de la formation, en particulier pour les procédures chirurgicales complexes.

Tolba et al. en 2017 (PMID: 28746936) dans un article de recommandation de l'European Society for Surgical Research et de l'International Society for Experimental Microsurgery affirme que même si des efforts sont déployés pour réduire l'utilisation des animaux, les modèles vivants restent essentiels pour la formation des microchirurgiens, en particulier pour le développement des compétences techniques et la gestion des complications en chirurgie. Les modèles vivants permettent une formation plus réaliste et complète, notamment pour les étapes finales avant d'opérer sur des patients humains, tout en soulignant que cette formation doit être réalisée dans un cadre éthique rigoureux avec des méthodes bien définies pour minimiser l'utilisation des animaux.

Nzamushe et al.⁴ ont développé une formation multidisciplinaire visant à préparer les équipes chirurgicales civiles à la gestion d'un afflux massif de blessés par armes de guerre. Le programme combine des sessions théoriques sur les techniques de damage control et l'organisation hospitalière, suivies de simulations pratiques sur des porcs vivants anesthésiés, simulant des blessures multiples. Entre 2017 et 2023, neuf sessions ont été organisées avec 88 médecins, principalement des chirurgiens, et 80 infirmiers de bloc opératoire. Les résultats montrent que 91 % des participants ont jugé la formation conforme aux objectifs, et 83 % se sont dit capables de mettre en pratique les compétences acquises, la partie pratique chez l'animal étant particulièrement bien accueillie.

4. Acquisition de compétences non techniques

La formation aux compétences non techniques en chirurgie, telles que la communication, la prise de décision, la gestion du stress, et le travail en équipe, est de plus en plus reconnue comme un élément crucial pour assurer la sécurité et l'efficacité des interventions chirurgicales. Ces compétences, souvent négligées au profit des techniques purement opératoires, jouent un rôle clé dans la réduction des erreurs médicales et l'amélioration des résultats pour les patients¹⁵.

Dans une étude réalisée par Daly et al.¹⁶ les perceptions des étudiants en médecine notamment sur la gestion du stress dans l'enseignement médical ont été évaluées sur modèle synthétique sur modèle vivant (interventions de microchirurgie sur des rats anesthésiés).

Les résultats ont montré que 32,4 % des étudiants ressentaient un niveau de stress plus élevé lors de la simulation sur modèle vivant, contre 5,4 % pour le modèle synthétique ($p < 0.001$). De plus, les étudiants ont estimé que la simulation sur modèle vivant les préparait mieux à gérer l'anxiété (55.4% vs 24.3%, $p < 0.001$). 90,5 % des participants ont jugé cette expérience essentielle et ont recommandé qu'elle soit maintenue dans le programme de formation. Ces résultats suggèrent que l'enseignement utilisant des modèles vivants offre des avantages significatifs pour préparer les étudiants aux réalités techniques et émotionnelles de la pratique chirurgicale.

L'utilisation de modèles de grand mammifère et notamment porcins dans la formation en chirurgie permet une approche réaliste qui intègre à la fois les compétences techniques et non techniques.

Le modèle porcin offre un cadre où les équipes chirurgicales peuvent non seulement pratiquer des gestes complexes, mais aussi simuler des environnements de travail en équipe sous pression, avec des interactions en temps réel entre chirurgiens, anesthésistes et infirmiers. Ce type de formation est particulièrement bénéfique pour améliorer les compétences en communication et en leadership dans un contexte d'urgence comme l'hémorragie notamment ou lors de la prise en charge d'un polytraumatisé, permettant aux participants de mieux gérer les crises en salle opératoire ou trauma center. Grâce à ces simulations, les équipes multidisciplinaires acquièrent non seulement une maîtrise technique, mais aussi une meilleure coordination et une anticipation des besoins, éléments essentiels pour gérer efficacement les situations d'urgence⁴.

D/ Accessibilité et coûts du modèle animal vivant anesthésié pour les internes

L'accessibilité de ce modèle dépend de plusieurs facteurs logistiques, notamment la disponibilité des animaux, la capacité des infrastructures à les accueillir, et les conditions d'hébergement et d'utilisation. Les installations doivent être équipées pour garantir le bien-être des animaux, ce qui inclut des espaces appropriés pour leur hébergement, des équipements pour les procédures anesthésiques et chirurgicales, ainsi que des protocoles stricts pour l'euthanasie lorsque cela est nécessaire.

Les enseignants doivent également considérer la disponibilité des modèles animaux en fonction de la demande, en veillant à ce que chaque interne ait suffisamment d'opportunités pour pratiquer. La gestion efficace des ressources animales est essentielle pour maximiser l'impact pédagogique tout en respectant les contraintes éthiques et réglementaires.

L'utilisation du modèle animal dans la formation chirurgicale implique ainsi des coûts significatifs, incluant l'achat des animaux, leur hébergement, leur élimination post-mortem et l'entretien des installations nécessaires pour leur utilisation. À cela s'ajoutent les frais liés à l'anesthésie, l'analgésie, et les coûts liés à la formation opératoire. Ces coûts doivent être comparés aux bénéfices pédagogiques obtenus, en tenant compte de la qualité de la formation et des résultats cliniques améliorés.

En comparaison, les simulations numériques ou les mannequins haute-fidélité peuvent représenter un investissement initial élevé, mais avec des coûts d'exploitation potentiellement inférieurs à long terme. Cependant, ils n'offrent pas le même niveau de réalisme que le modèle animal vivant anesthésié, en particulier pour les procédures impliquant des tissus vivants. Les enseignants doivent donc évaluer ces coûts en fonction des objectifs pédagogiques et des ressources disponibles, en cherchant à équilibrer les exigences financières avec la qualité de la formation.

E/ Intégration du modèle animal vivant anesthésié dans le cursus de formation de l'interne en chirurgie

1. Quand utiliser le modèle animal vivant anesthésié ?

Le modèle animal devrait être intégré au moment où les internes ont acquis une base solide de connaissances théoriques et de compétences de base en chirurgie, généralement après une première phase de formation sur des simulateurs ou des mannequins. Cette approche progressive permet aux internes de développer d'abord leurs compétences techniques fondamentales dans un environnement contrôlé avant de passer à des scénarios plus complexes impliquant des tissus vivants.

L'introduction du modèle animal est particulièrement bénéfique pour les formations en microchirurgie, chirurgie robot-assistée, et chirurgie mini-invasive, où le réalisme et la dynamique des tissus sont essentiels. Utilisé à des moments stratégiques du cursus notamment après la phase socle de la formation, le modèle animal peut ainsi servir de pont entre la théorie et la pratique clinique chez l'homme, préparant les internes à des interventions sur des patients humains avec un maximum de sécurité et de compétence.

Depuis près de 20 ans au CHU de Lille - Faculté de Santé - UFR3S Médecine, tous les internes de spécialités chirurgicales (60-70 / an) doivent suivre une formation dans le cadre de l'Ecole de Chirurgie préalablement à leur prise de poste afin, justement, de leur faire acquérir le savoir-faire de base chirurgical nécessaire en début de cursus. Cette formation se décline le long du cursus d'internat selon des modules en conditions réelles chirurgicales de difficulté croissante.

2. Pour qui ?

Tous les internes en chirurgie peuvent bénéficier de l'utilisation du modèle animal vivant anesthésié, mais il est particulièrement utile pour ceux qui se spécialisent dans des domaines nécessitant une manipulation précise et délicate des tissus, comme la microchirurgie, la chirurgie vasculaire, cardiaque, la transplantation, ou la chirurgie plastique et reconstructrice. De plus, les internes se préparant à des interventions complexes, telles que les chirurgies laparoscopiques ou robotiques, trouveront dans le modèle animal une ressource inestimable

pour affiner leurs compétences.

Il est également important de personnaliser l'utilisation du modèle animal en fonction du niveau de compétence des internes. Pour les débutants, des procédures simples peuvent être choisies pour initier la manipulation des instruments et la gestion des tissus, tandis que pour les internes plus avancés, des interventions plus complexes et des scénarios plus difficiles peuvent être mis en place pour tester et renforcer leurs compétences techniques, mais aussi non techniques.

3. Comment intégrer le modèle animal vivant anesthésié efficacement et avec éthique ?

L'intégration efficace du modèle animal vivant anesthésié dans le cursus de formation chirurgicale nécessite une approche multimodale. Les enseignements devraient combiner le modèle animal avec d'autres méthodes pédagogiques, telles que les simulations synthétiques, les exercices sur mannequins et sur simulateurs numériques ou de réalité virtuelle ou augmentée avec des niveaux de fidélité de plus en plus importants, et les stages cliniques supervisés. Cette approche permet de maximiser l'apprentissage en exploitant les forces de chaque méthode de manière progressive.

Perrenot et al.¹⁷ ont décrit les fondements du développement d'un programme d'enseignement multimodal de la formation pratique en chirurgie viscérale des internes intégrant différentes méthodes de simulation avec l'utilisation des modèles animaux vivants.

Ce programme vise à combler les lacunes de la formation traditionnelle en chirurgie, en réponse aux évolutions rapides des pratiques chirurgicales, aux restrictions éthiques et aux pressions médico-légales, tout en offrant une formation progressive et standardisée aux internes.

Ce curriculum a servi à l'élaboration du livret de l'interne pour l'enseignement pratique en chirurgie viscérale et digestive élaboré par le Collège Français de Chirurgie Viscérale et Digestive en 2015.

La structure du programme est organisée en trois phases principales. La première phase, celle des compétences de base (année 1), permet aux résidents d'acquérir les techniques fondamentales comme la dissection, la suture et la laparotomie, ainsi que la maîtrise des instruments chirurgicaux et dispositifs médicaux. Cette phase utilise des simulateurs mécaniques simples, peu coûteux, qui permettent une familiarisation initiale avec les gestes chirurgicaux.

La phase suivante, celle de l'approfondissement (années 2 à 4), introduit des interventions plus complexes, telles que la résection intestinale, l'anastomose et les techniques laparoscopiques. Durant cette phase, les internes commencent à utiliser des modèles de plus haute-fidélité, y compris des modèles virtuels et des simulations animales ex vivo, pour pratiquer des interventions chirurgicales plus avancées. Ces modèles permettent une expérience de manipulation des tissus plus réaliste, tout en étant encadrés et sécurisés.

La dernière phase, celle de la consolidation ou de l'autonomie (années 5 et 6), prépare les internes à maîtriser des interventions critiques comme les résections hépatiques, spléniques et œsophagiennes. C'est à ce stade que les modèles vivants, tels que les porcs anesthésiés, sont utilisés. Les modèles animaux permettent de simuler des conditions chirurgicales réelles, y compris la gestion des saignements et des complications en temps réel, offrant ainsi la formation la plus fidèle avant d'opérer sur des patients humains. Les modèles cadavériques peuvent

également être utilisés pour des procédures spécifiques qui nécessitent une grande fidélité anatomique notamment.

Dans cet article, les auteurs préconisent une évaluation des compétences chirurgicales des internes en chirurgie viscérale reposant sur une approche double combinant une évaluation globale standardisée (**utilisant des échelles OSATS modifiées - Objective Structured Assessment of Technical Skills**) et des checklists spécifiques pour chaque procédure, couvrant à la fois la gestuelle et le produit final.

L'évaluation est réalisée par un chirurgien senior à l'aide d'une grille adaptée, sans seuil d'erreur prédéfini, permettant une appréciation nuancée selon une échelle de Likert et une validation des compétences sur des critères cliniques pertinents.

Les grilles d'évaluation sont conçues pour être des outils pédagogiques destinés à faciliter le débriefing, mettant l'accent sur la correction des erreurs afin d'éviter leur répétition.

L'usage d'évaluations paramétriques chiffrées est limité, privilégiant l'évaluation qualitative directe, avec une flexibilité accordée aux centres de formation pour adapter le nombre de séances d'entraînement. Il est recommandé d'encourager des feedbacks lors de séances de débriefing détaillés après chaque session pour renforcer l'apprentissage, tout en maintenant un cadre souple permettant aux internes de s'entraîner autant que nécessaire.

La formation multimodale FOCUS, destinée aux internes en phase socle de chirurgie viscérale adulte, pédiatrique, gynécologique, urologique, thoracique et cardiaque, est mise en œuvre depuis 2022 à Lille. Elle intègre progressivement des outils de simulation avec des niveaux de fidélité croissants, incluant l'utilisation de modèles de porcs vivants anesthésiés. Ce programme repose sur les recommandations pédagogiques et les critères d'évaluation des compétences techniques globales établis par le Collège Français de Chirurgie Viscérale et Digestive.

F/ Conclusion

L'utilisation de modèles animaux vivants anesthésiés dans la formation chirurgicale représente un atout pédagogique indéniable pour le développement de compétences techniques complexes et la gestion de situations opératoires réalistes. Toutefois, cette pratique soulève des enjeux éthiques qu'il convient de concilier avec les principes de formation.

En intégrant la règle des 3R (Réduction, Raffinement et Remplacement), il est possible de minimiser l'impact sur les animaux tout en maintenant un haut niveau de réalisme dans l'apprentissage.

Le recours aux animaux doit être encadré par une démarche éthique rigoureuse, qui privilégie une utilisation raisonnée et optimise le nombre d'animaux nécessaires à la formation en partageant les ressources entre différents établissements de formation.

La mutualisation de ces modèles entre écoles de chirurgie permettrait d'étendre l'accès à des simulations de haute-fidélité tout en limitant les coûts et en respectant les directives éthiques.

En associant ces pratiques aux autres outils de simulation multimodale, il est possible d'offrir une formation complète et progressive aux internes, tout en garantissant un apprentissage de qualité et en optimisant l'utilisation des modèles animaux.

Bibliographie

- 1 Alcalá Rueda I, Villacampa Aubá JM, Encinas Vicente A, *et al.* A live porcine model for surgical training in tracheostomy, neck dissection, and total laryngectomy. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2021; **278**: 3081–90.
 - 2 Bozkus H, Crawford NR, Chamberlain RH, *et al.* Comparative anatomy of the porcine and human thoracic spines with reference to thoracoscopic surgical techniques. *Surg Endosc Interv Tech* 2005; **19**: 1652–65.
 - 3 Kobayashi E, Hishikawa S, Teratani T, Lefor AT. The pig as a model for translational research: overview of porcine animal models at Jichi Medical University. *Transplant Res* 2012; **1**: 8.
 - 4 Nzamushe J, Surmei E, Plenier I, *et al.* Experimental education to damage control surgery in civil hospital: a model of multidisciplinary civil surgical team. European Society for Surgical Research Congress 2023, Lille France.
 - 5 Guerreschi P, Qasemyar A, Thevenet J, Hubert T, Fontaine C, Duquennoy-Martinot V. Reducing the number of animals used for microsurgery training programs by using a task-trainer simulator. *Lab Anim* 2014; **48**: 72–7.
 - 6 Russell WMS, Burch RL. The Principles of Humane Experimental Technique. Methuen, 1959.
 - 7 Directive 2010/63/UE du Parlement européen et du Conseil de l'UE du 22 septembre 2010 relative à la protection des animaux utilisés à des fins scientifiques. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32010L0063&from=DE>.
 - 8 Azkona G. Implementing the 3Rs in Laboratory Animal Research—From Theory to Practice. *Animals* 2023; **13**: 3063.
 - 9 Verderio P, Lecchi M, Ciniselli CM, Shishmani B, Apolone G, Manenti G. 3Rs Principle and Legislative Decrees to Achieve High Standard of Animal Research. *Animals* 2023; **13**: 277.
 - 10 Prudhomme T, Matillon X, Dengu F, *et al.* Residents and patients benefit from surgical simulation on a live porcine model, could we consider it as ethical? *Prog En Urol* 2021; **31**: 618–26.
 - 11 Haiser A, Aydin A, Kunduzi B, Ahmed K, Dasgupta P. A Systematic Review of Simulation-Based Training in Vascular Surgery. *J Surg Res* 2022; **279**: 409–19.
 - 12 Hart D, Rush R, Rule G, *et al.* Training and Assessing Critical Airway, Breathing, and Hemorrhage Control Procedures for Trauma Care: Live Tissue Versus Synthetic Models. *Acad Emerg Med* 2018; **25**: 148–67.
 - 13 Martinic, G. Military 'live tissue trauma training' using animals in the U.S. – its purpose, importance and commentary on military medical research and the debate on use of animals in military training. *J. Mil. Veterans' Health*. 2012; : Vol 20 No.4.
 - 14 Collings AT, Stefanidis D, Doster D, *et al.* Assessment of Chief Resident Practice Readiness in a Porcine Lab: A 4-Year Experience. *J Surg Educ* 2022; **79**: 783–90.
 - 15 Agha RA, Fowler AJ, Sevdalis N. The role of non-technical skills in surgery. *Ann Med Surg* 2015; **4**: 422–7.
 - 16 Daly SC, Wilson NA, Rinewalt DE, Bines SD, Luu MB, Myers JA. A Subjective Assessment of Medical Student Perceptions on Animal Models in Medical Education. *J Surg Educ* 2014; **71**: 61–4.
 - 17 Perrenot C, Bresler L, Berdah S, *et al.* Development of a program for teaching practical skills in visceral and digestive surgery by simulation. *J Visc Surg* 2020; **157**: S101–16.
-

5. PLACE DE L'ENSEIGNEMENT SUR PETIT ANIMAL DANS L'APPRENTISSAGE DE LA CHIRURGIE

PR SYBILLE FACCA

CHU DE STRASBOURG
SOS MAIN, HOPITAL DE HAUTEPIERRE, 1 AVENUE MOLIERE, 67000 STRASBOURG, FRANCE
LABORATOIRE ICUBE, CNRS, UMR 7357, UNIVERSITE DE STRASBOURG

Un chirurgien qui veut réimplanter un doigt amputé, effectuer une greffe de visage ou réparer un nerf sciatique doit avoir été formé dans le domaine des techniques microchirurgicales durant son cursus (Alzakri *et al.*, 2014). Toutes les spécialités chirurgicales ont besoin de cette formation en microchirurgie. Pourquoi ? : afin d'acquérir la maîtrise des gestes fins, la dextérité lors des dissections de tissus fragiles et l'aisance dans l'utilisation des grossissements optiques (loupes, microscopes, robots) (Liverneaux *et al.*, 2012). Or le modèle standard dit « gold standard » dans l'enseignement de la microchirurgie est le rat, petit animal dont la taille inframillimétrique des vaisseaux et des nerfs est parfaitement adaptée à l'apprentissage pratique des anastomoses de microchirurgie (Germain *et al.*, 2010).

Mais en 2024 en France, plusieurs verrous sont recensés dans les formations de chirurgie sur le petit animal. Le premier verrou est réglementaire, le second verrou est financier, le dernier verrou est humain. Les 3 verrous sont étroitement intriqués.

Concernant le premier verrou, la législation française et européenne est très stricte sur l'utilisation des animaux en enseignement et en recherche (Coomans de Brachene, 2023). Bien sûr, les responsables de diplômes universitaires (DU) d'enseignement de la microchirurgie en France respectent depuis plusieurs années la règle des 3 R décrite en 1959 par Russell et Burch (Russel *et al.*, 1959) : Réduire, Raffiner et Remplacer. Les responsables démarrent partout en France l'apprentissage des anastomoses de microchirurgie sur des simulateurs de microchirurgie (Prunières *et al.*, 2015), avant d'utiliser les animaux vivants comme modèles d'apprentissage. Ils sont aussi titulaires de DU d'expérimentation animale (EA) de niveau 1 (concepteur). Mais les services vétérinaires imposent des normes et diplômes à tous les moniteurs présents lors des cours pratiques, qui sont peu tenables pour des enseignants. Exiger que tous les moniteurs, qui sont des chirurgiens, soient dépositaires d'un DU d'EA et d'un livret de compétence en EA à jour est impossible vu le volume horaires des DU (100 heures) et le nombre d'internes en chirurgie à former en France.

Concernant le second verrou, les centres de simulation et les animaleries des Facultés de Médecine n'ont pas de financements propres (Galli, 2015). Peu de facultés de Médecine ont des écoles de chirurgie. L'achat des simulateurs et des consommables mais aussi le fonctionnement des animaleries et l'achat des animaux est très coûteux. Les frais d'inscriptions au DU de microchirurgie ne couvrent pas tous ces frais. Par manque, de financement des animaliers de niveau 3 dans les Universités françaises, exiger que les moniteurs soient aussi les soigneurs des animaux (laver les cages, nourrir les animaux en semaine et le WE) n'est pas possible vu leurs autres fonctions, notamment de permanence des soins en tant que chirurgiens.

Concernant le dernier verrou, un diplôme de formation est géré par une équipe pédagogique composée de moniteurs de microchirurgie. Ces équipes pédagogiques sont constituées de chirurgiens. Vu la crise d'attractivité dans les carrières hospitalo-universitaires et le manque de praticiens hospitaliers dans les CHU, l'effectif des enseignants impliqués dans les formations de microchirurgie diminue chaque année. Pour y pallier, les chirurgiens du privé viennent renforcer les équipes pédagogiques, ils sont sensibles au bien-être animal. Mais ils ne peuvent pas être titulaires bien souvent d'un DU en EA de niveau 1 et encore moins avoir un livret de compétence en EA à jour. L'équipe pédagogique des DU de microchirurgie doit être aussi assistée par un vétérinaire et un animalier (pour rédiger l'Apafis, le protocole pour le comité d'éthique, la gestion de la pharmacie, ou les mises à mort...) (Fonollasso *et al* ; 2013). Ce qui en pratique est peu le cas.

L'enseignement sur le petit animal et notamment pour l'apprentissage de la microchirurgie doit être revalorisé urgemment et défendu au niveau national. Les initiatives populaires et la législation européenne ne vont pas dans ce sens (Gervasoni, 2023 ; Galli, 2025). Pour l'instant, les simulateurs ne sont pas assez fidèles pour se passer de la phase d'apprentissage sur le petit animal. La création de nouveaux simulateurs de microchirurgie continue à se développer (nouilles japonaises, Microsim). Ils permettent et permettront de réduire le nombre d'animaux sacrifiés pour l'enseignement. Mais le petit animal reste le seul modèle vivant avec une qualité des tissus anastomosés et un processus d'hémostase biologique (hémorragie, coagulation) qu'aucun simulateur ne peut à ce jour reproduire. Mais pour cela, une adaptation des lois à la formation médicale sur animaux, une simplification des contrôles vétérinaires, et des aides financières (achat animaux, paiement des chirurgiens du privé) et humaines (animalier, vétérinaire) doivent être mise en place car l'enseignement de la chirurgie et de la microchirurgie sur petit animal en France est fortement menacé.

Références :

- Alzakri, A., Al-Rajeh, M., Liverneaux, P. A., & Facca, S. (2014). État des lieux de l'enseignement des techniques microchirurgicales en France et à l'étranger. *Chirurgie de la Main*, 33(3), 219-223.
- Coomans de Brachene, R. La protection des animaux utilisés à des fins scientifiques et expérimentales, entre éthique et droit : la tâche ardue du législateur de transiger des intérêts divergents. Faculté de droit et de criminologie, Université catholique de Louvain, 2023. Prom. : Schamps, Geneviève.
- Fonollasso, J., Vidal, S., & Remy, D. (2013). L'évaluation éthique des projets scientifiques nécessitant le recours à l'animal d'après la directive européenne 2010/63/UE. *STAL*, 39(4), 24-33.
- Galli, T. (2015). Poursuivre la recherche animale ? Une nécessité pour la connaissance biologique et les progrès médicaux : question scientifique ou philosophique ? *Med Sci (Paris)* ; 31 : 579–580.
- Germain, M., & Liverneaux, P. (2010). Utilisation du robot Da Vinci-S® pour les sutures vasculaires et nerveuses chez l'animal : rat et porc. *Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France*, 163(4), 303-306.
- Gervasoni, D. (2023). Initiative Citoyenne Européenne (ICE) « Save Cruelty Free Cosmetics–Commit to a Europe Without Animal Testing»: Quelques clefs pour comprendre. *Sciences et Techniques de l'Animal de Laboratoire*, 51, 8.
- Liverneaux, P., Robert, E., & Facca, S. (2012). Microchirurgie endoscopique : un nouveau concept. e-mémoires de l'Académie Nationale de Chirurgie, 11(2), 031-035.
- Prunières, G., Facca, S., Liverneaux, P., Taleb, C., & Hendriks, S. (2015). Utilisation des nouilles «konnyaku shirataki» comme modèle d'entraînement de faible fidélité à la chirurgie microvasculaire en salle d'opération. *Chirurgie de la main*, 6(34), 391.
- Russell, W. M. S., Burch, R. L., & Hume, C. W. (1959). The principles of humane experimental technique (Vol. 238). London: Methuen.
-

6. LA VIDÉO EN CHIRURGIE : COMMENTÉE, NON COMMENTÉE.

**COÛT-EFFICIENCE, ACCESSIBILITÉ, ANALYSE CRITIQUE,
QUAND, POUR QUI, COMMENT ?**

**DIDIER MUTTER (STRASBOURG),
MATHIEU ROUMIGUIE (TOULOUSE)**

Introduction

Les vidéos chirurgicales sont devenues incontournables dans la formation des étudiants en médecine, mais encore plus dans la formation initiale et continue des chirurgiens. Outre les informations médicales et techniques propres, elles contribuent à forger une mémoire du geste et peuvent remplacer une partie de la formation en assistance au bloc opératoire. Ceci est particulièrement vrai pour la chirurgie vidéo assistée ou les vidéos montrent le champ opératoire avec la même vision que l'opérateur, ce qui n'est pas toujours le cas en chirurgie ouverte. Enfin, elles sont de plus en plus utilisées pour effectuer du coaching chirurgical grâce à la facilité actuelle de production et de diffusion de ces vidéos.

Nous allons dans un premier temps préciser les sources de vidéo chirurgicales disponibles, ainsi que les modalités d'usage par les utilisateurs. Dans un second temps, nous tenterons de préciser les moyens d'évaluer leur fiabilité, et enfin leur valeur pédagogique.

Enfin, nous avons observé une utilisation plus récente des vidéos dans le cadre du « video-based coaching » (VBC). Le coaching est omniprésent dans notre société que ça soit dans les activités sportives, dans la vie professionnelle ou personnelle pour améliorer les performances et le bien-être. Naturellement, le coaching est apparu en 2011 en chirurgie dans l'objectif d'améliorer les résultats des chirurgiens (1). Le développement du coaching dans le domaine de la chirurgie a été contrarié par le manque de ressources pédagogiques, par l'absence de support dédié à la formation et par le manque de temps disponible des formateurs et des apprenants.

L'analyse de l'utilisation des vidéos dans le domaine de l'éducation en chirurgie s'appuiera sur la littérature, sur une enquête réalisée spécifiquement pour répondre aux questions posées, sur les données d'Internet, sur l'analyse factuelle des vidéos disponibles et sur les statistiques d'usage du site Websurg. Les résultats du VBC seront rapportés, ainsi que quelques programmes et les outils de VBC existants, tout en décrivant les limites rencontrées au développement de cette pratique.

Matériel

Outre l'analyse bibliographique, ce rapport s'appuie sur un certain nombre de données et sur

une enquête (référéncée « Enquête »).

L'enquête est un questionnaire de 15 items qui a été établi (Tableau 1) et traduit en Français et en Anglais. Il a été soumis à des chirurgiens au cours de sessions d'enseignement délivrées à l'IRCAD – Strasbourg.

Les Données Internet sont extraites des demandes types adressées sur Internet. Le nombre de réponses, et le type des 20 premières réponses, soit les deux premières pages affichées, ainsi que le contenu ont été analysés (Tableau 2).

Enfin les Statistiques Websurg sont issues d'une requête sur les modalités de publication et d'usage du site Internet Websurg, qui est un site gratuit de formation chirurgicale centré sur la chirurgie vidéo assistée ont été demandées. Elles portaient sur la revue éditoriale et le taux d'acceptation des vidéos soumises, le nombre de publications par spécialités, le nombre et le sujet des 10 vidéos les plus consultées sur une période de 1 mois, et l'incidence éventuelle du chapitrage des vidéos ont été recueillis.

Résultats

Les sources de vidéo chirurgicales

Si les sources de vidéos chirurgicales sont multiples, YouTube est, et de loin, la source vidéo la plus utilisée par les chirurgiens en formation, quel que soit leur niveau de formation. Plus de 95 % des chirurgiens consultent des vidéos pour leur formation (Figure 1), et leur source est YouTube dans 80 à 90% lorsque les chirurgiens ne sont pas orientés (2, 3), et 46 % lorsqu'ils ont une information spécifique leur proposant un contenu plus ciblé de type Websurg (figure 3). En outre, ces vidéos sont consultées plus d'une fois par mois dans plus de 50% des cas. Seuls les chirurgiens seniors et enseignants ont une utilisation moindre, de l'ordre de 70%, avec une fréquentation inférieure à 1X par mois.

Outre YouTube, les sources de vidéos consultées sont variées et incluent les sites de Sociétés Savantes, des sites d'éducation aux Etats-Unis (SCORE – Surgical Council on Resident Education), mais aussi des plateformes d'établissements ou des sites commerciaux. On relève que dans certains cas, les Sociétés Savantes ou des Universités publient leurs sources vidéo sur YouTube (Tableau 2).

Les modalités de consultation des vidéos sont aussi précisées. Les chirurgiens consultent les vidéos le soir dans 78% des cas (ref Enquête), en ligne sans les télécharger dans 81 % des cas (ref Enquête). On note que la lecture d'articles médicaux reste une source de formation chez 90% des chirurgiens (ref Enquête).

Il convient d'évaluer l'offre et l'origine des vidéos chirurgicales consultées. Si dans les années

2000, on a vu fleurir les vidéos « distribuées » sur des CD puis des DVD, leur caractère rapidement obsolète et l'offre Internet a scellé leur disparition. Notons que la source initiale des données du site Websurg a été la création d'une bibliothèque de vidéo chirurgicales sur CD Rom, projet de la des années 90, rapidement remplacé par la création du site Websurg en 2000. Il est compliqué et chronophage de consulter et d'analyser toutes les sources existantes, on peut brièvement préciser les caractéristiques des sources vidéo disponibles sur l'Internet. Une rapide navigation sur l'Internet permet de montrer que YouTube représente l'offre principale de vidéos, entre 50 et 75 % des 20 premières occurrences selon les requêtes. Toutefois, ces vidéos chirurgicales sont postées sur YouTube sans aucun contrôle de leur contenu, sans évaluation scientifique. Elles sont naturellement une ressource pour l'éducation chirurgicale, utilisées par 90% des médecins et chirurgiens en formation cas (Figure 2) (2). Il est important de les aborder avec discernement en raison de certains défis potentiels.

WeBSurg est une plateforme en ligne, comparable à une encyclopédie, dédiée à l'éducation chirurgicale, qui propose du contenu éducatif produit par des experts reconnus dans le domaine de la chirurgie. Le processus éditorial est systématique, avec un taux d'acceptation d'environ 27 % des soumissions après revue éditoriale. Ces 5 dernières années, 2018-2023, il y a eu 1391 soumissions, et 373 publications réparties par spécialité (Tableau 4). Les critères de conformité aux bonnes pratiques, de qualité technique et audiovisuelle sont pris en compte. Les vidéos sont de bonne qualité afin d'offrir des démonstrations détaillées de techniques chirurgicales. Elles sont systématiquement structurées, avec une séparation des étapes du geste chirurgical, par les auteurs à la demande de Websurg, ou lors de l'édition. L'analyse détaillée des connections montre des pics d'activité des internautes sur les « têtes de chapitre » structurées, témoignant d'un impact de cette structure sur la consultation (Figure 3). La sur représentation des publications en 2021 est probablement un « effet COVID », les praticiens ayant eu du temps pour éditer leurs rushs en vidéos publiables.

Cette analyse évalue les sources de vidéos disponibles et accessibles en ligne depuis n'importe quel appareil connecté à Internet, 24 heures sur 24, ce qui offre une grande flexibilité d'accès pour les utilisateurs, qu'ils soient à la maison, au travail ou en déplacement. Une autre donnée n'est pas disponible sur YouTube : le nombre et durée de connections sur les vidéos, dont l'ordre d'apparition est fonction d'algorithmes secrets de la plateforme Google. Ces données sont facilement accessibles sur un site privé de type Websurg, où l'on observe jusqu'à 1000 connections par mois sur les vidéos les plus vues (Tableau 4).

On notera à part les transmissions en direct dans un but éducatif : parfois décriées, souvent plébiscitées, les transmissions directes font partie intégrante de nombreuses formations

chirurgicales dans toutes les spécialités. Si elles constituent une source d'apprentissage et transmettent des images vidéo, elles ne feront pas l'objet d'une analyse comparative avec les vidéos d'éducation chirurgicales. Elles rentrent dans un contexte différent, doivent être modérées, et ne sont pas visualisables de façon répétée. Elles dépendent souvent de l'engagement des opérateurs à transmettre en direct leur savoir-faire. Elles retrouveront certainement un sens dans les possibilités de coaching en direct, ou elles auront une place dans l'éducation, mais d'un chirurgien individuel.

Discussion

La production de vidéos chirurgicales est croissante et inéluctable. Elle dépend bien entendu du taux d'équipement des chirurgiens, seuls 24% des chirurgiens n'étant pas équipés pour enregistrer leurs interventions, 49 % disposent de quelques salles équipées et 27 % l'intégralité d'entre elles. Malgré ces données, seuls 20% des chirurgiens n'enregistrent jamais leurs actes, 52 % réalisant des enregistrements occasionnels et 29 % des enregistrements systématiques (ref Enquête). Outre les équipements dédiés, il est possible d'enregistrer des extraits clés sur tout smartphone. Ceci explique aussi la prolifération des publications de vidéos sur l'internet, pour de multiples objectifs allant de l'égo à la publicité industrielle, sous couvert d'éducation dans de nombreux cas. Il est difficile de déterminer si les vidéos sont produites par des professionnels qualifiés, si elles présentent des pratiques chirurgicales reconnues (4), et si elles n'ont pas pour objet de réaliser la promotion de matériels ou de produits industriels.

Ainsi, une des premières questions est celle de la fiabilité de l'origine des vidéos. De très nombreuses vidéos chirurgicales disponibles en ligne ne présentent que l'intervention d'un opérateur. S'il convient d'essayer d'évaluer la fiabilité et la rigueur scientifique d'une source vidéo, le chemin est ardu car cette évaluation sera toujours biaisée par les convictions personnelles de l'évaluateur quant au geste et à la technique proposée. La promotion de la chirurgie Urologique robot assistée n'a pas toujours été simple, et ceci est vrai pour toute technique innovante. Un des manières de faire est de s'appuyer sur la reconnaissance nationale ou internationale des centres qui entourent la publication d'une vidéo. On citera bien sur les publications issues d'Universités reconnues pour leur excellence, les formations accréditées par des Sociétés Savantes reconnues, et les gages d'engagement de sites non Universitaires. A titre d'exemple, le site Websurg multiplie des engagements : le code de conduite de la Health On the Net Foundation (HONcode). Le HONcode atteste de la fiabilité et de la crédibilité des informations fournies par le site. WebSurg respecte les 8 principes éthiques définis par le

HONcode. Les activités de e-learning de WebSurg sont accréditées par l'UEMS-EACCME (European Accreditation Council for Continuing Medical Education, Institution de l'European Union of Medical Specialists), ce qui permet à WebSurg de délivrer des points ECMEC aux chirurgiens ayant répondu aux activités d'e-learning avec succès ; et il est accrédité par l'American College of Surgeon (ACS), et par de nombreuses sociétés savantes dans leur domaine de spécialité (5, 6). La renommée des experts est aussi un facteur à prendre en compte, mais celle-ci est sujette à discussion selon le contexte dans lequel la vidéo est produite et sa promotion effectuée. Certains chirurgiens réalisent et postent des vidéos « personnelles » sous leur nom et celui de leur institution, sans que celle-ci n'ait mis un filtre de contrôle. Réalisée dans un but exclusivement éducatif et promue comme telle, une vidéo a une valeur particulièrement significative.

Nous sommes parfois confrontés à une difficulté qui est l'impossibilité d'identifier l'objectif réel de la publication. La description d'un geste technique peut varier selon l'histoire clinique d'un patient et un geste approprié dans un contexte précis peut ne pas l'être dans un autre. Là encore, l'environnement dans lequel s'inscrit la vidéo éducative peut considérablement varier. L'étude de la pertinence des vidéos a été étudiée. On pourra citer une étude portant sur une requête YouTube portant sur 100 « cholécystectomies laparoscopiques » (7). Il apparaît que 27 vidéos n'étaient pas pertinentes, ou redondantes (traitant d'autres sujets que la technique de cholécystectomie ; dépassant le cadre de la cholécystectomie, incluant des modélisations 3D, ou étant à caractère publicitaire ou commercial). Evaluées sur le plan qualitatif, elles étaient jugées « bonnes » ou « moyennes » dans 15 et 54% des cas, mais mauvaises car ne respectant pas les recommandations de bonne pratique dans 22% des cas ! Il se posent alors tant la question de la qualification des opérateurs, que du type de formation dispensée à l'observation de ces images.

Enfin, la présentation des vidéos et les commentaires associés sont laissés au choix des éditeurs, allant de simples commentaires textuels, voire d'animations sonores, à des vidéos structurées et didactiques. Le processus éditorial et de contrôle n'est souvent pas précisé (8). Il apparaît aussi que les vidéos qualifiées de « bonnes » et respectant les recommandations sont plus souvent issues de centres académiques (7).

Au total, il conviendra de définir quelques critères simples et reproductibles, applicables sur une grande majorité des vidéos, pour leur donner un « score » de fiabilité et de rigueur scientifique. L'objectivité et absence de promotion industrielle flagrante est une partie impérative de cette évaluation. On observe que 36 % des chirurgiens ne contrôlent pas du tout l'origine scientifique des vidéos observées (ref Enquête »), 64% disant la vérifier ... or on a vu

qu'il n'existe pas de système de vérification / validation sur You Tube qui est la principale source.

L'absence d'évaluation pédagogique des vidéos est pourtant d'une importance considérable. En effet, la formation par la vidéo est aujourd'hui reconnue comme un complément utile à l'apprentissage classique (9), bien qu'elle ne puisse le remplacer entièrement. La vision de vidéos peut aider à acquérir des gestes pratiques « skill acquisition » même si elle ne peut pas remplacer complètement la pratique réelle sous supervision. L'intérêt de la visualisation des techniques reste significatif car des vidéos peuvent montrer en détail les techniques et les gestes utilisés dans un processus ou une procédure particulière. La visualisation de vidéos, répétée, permet de créer la « visualisation mentale » des gestes pratiques, ainsi qu'améliorer la coordination main-œil et la mémorisation des séquences de mouvements. La révision et cette répétition aident à renforcer la compréhension et à améliorer la familiarité avec les techniques (10).

La visualisation mentale est une méthode utilisée dans de nombreux domaines, dont la chirurgie. Elle agit par la conjonction de plusieurs éléments : la visualisation des mouvements, la pratique mentale, et le renforcement des connexions neuronales qui permet une amélioration de la performance en complément d'une pratique réelle.

La valeur pédagogique d'une formation vidéo chirurgicale sera également spécifique aux publics auxquels elle s'adresse. En effet, elle peut s'adresser aux étudiants en médecine pour des démonstrations de base, et pour illustrer des concepts théoriques et des cas cliniques. Pour les internes en chirurgie, elle leur permet d'observer et d'apprendre des techniques chirurgicales variées et avancées ainsi que des stratégies de gestion de cas chirurgicaux complexes auxquelles ils ne seront pas obligatoirement confrontés de façon régulière. Pour les chirurgiens en activité, les vidéos servent de moyens de formation continue mais également pour apprendre de nouvelles techniques.

Malheureusement, il n'existe pas de thésaurus des vidéos de « bonne pratique » qui pourrait remplacer les manuels « de référence » à l'ancienne. Quelle vidéo remplace l'Encyclopédie Médico-Chirurgicale ? On pourrait imaginer que les Universités ou les Sociétés Savantes attestent et référencent des vidéos considérées comme exposant les « bonnes pratiques » actuelles. Or ce n'est pas le cas, et il n'existe pas de « label » au sens strict, qui imposerait le visionnage d'une série de vidéos avant un examen, pour pouvoir restituer ces bonnes pratiques au cours d'un examen validant. Il ne serait pas très compliqué de montrer 3 séquences vidéos, demandant de définir « la bonne » ... mais cela implique de promouvoir l'éducation par l'analyse de l'erreur ; et donc de colliger des vidéos avec ces erreurs. Malheureusement, ces

enregistrements seraient accessibles si l'enregistrement de toutes les procédures était automatisé. Mais cela impose une seconde contrainte qui est celle de l'analyse de toutes ces images. C'est ici qu'intervient le pouvoir de l'IA. Il est aujourd'hui possible de reconnaître automatiquement et en temps réel des phases de procédures chirurgicales. Ceci est contraignant et coûteux, mais n'est qu'une question de moyens. Il faut impérativement progresser dans cette façon d'analyser les images chirurgicales, pour le bien de nos patients et des chirurgiens.

Ces analyses permettent de définir les étapes notoires des procédures chirurgicales, et de les faire analyser par des experts au cours de procédures de coaching, et demain par des systèmes experts entraînés par IA. Ainsi, les vidéos structurées autour des étapes clés deviendront des outils d'éducation à haute valeur ajoutés. En effet, ces vidéos ont un contenu ciblé, car elles sont créées pour se concentrer sur des aspects spécifiques d'une procédure chirurgicale, permettant aux apprenants de se concentrer sur des compétences ou des techniques particulières. Les apprenants peuvent revoir les sections pertinentes autant de fois que nécessaire pour comprendre et assimiler le contenu, et il est possible de créer des vidéos répétant le même geste technique dans des conditions différentes.

Grâce au développement de la chirurgie médiée par l'image et l'arrivée des vidéos dans le bloc opératoire certaines équipes ont su utiliser cette ressource pour développer le coaching à partir des vidéos chirurgicales (vidéo-based coaching VBC). Ce principe de formation s'inscrit dans la méthode de la pratique délibérée (Deliberate practice) décrite par Eriksson (11). Cette méthode est fondée sur le principe d'associer à la répétition de la pratique individuelle, des feedback immédiats de la part d'un instructeur qui seront secondairement intégrés dans la pratique de l'individu pour améliorer ses performances (12).

Les vidéos de chirurgie contiennent des informations très importantes qui peuvent permettre d'évaluer les performances du chirurgien mais également de prédire les risques de complications. Une étude publiée dans le JAMA SURGERY a confirmé que l'analyse des vidéos opératoires de différents chirurgiens permettait de d'évaluer les différentes techniques chirurgicales mais également de prédire les résultats post-opératoires des patients après une sleeve gastrectomie réalisée par voie laparoscopique (13).

La VBC consiste à faire analyser en différé les vidéos chirurgicales de ses propres interventions par un chirurgien expert. L'expert délivre au formateur un feedback sur le déroulement de l'intervention et l'apprenant applique lors des chirurgies suivantes les mesures de corrections du geste ou de l'approche proposées par l'expert.

Des études ont évalué cette méthode de formation et montrent qu'elle permet d'atteindre plus rapidement le niveau d'expertise. La méta-analyse à propos de 24 études comparant un groupe

de 386 chirurgiens coachés (groupe VBC) versus en groupe contrôle de 392 chirurgiens a montré que le groupe VBC arrivait à atteindre plus rapidement des performances techniques de haut niveau(14). Une méta-analyse similaire a été réalisée chez les internes de chirurgie et a confirmé l'intérêt de cette approche pour atteindre les objectifs pédagogiques notamment chez les internes en début de cursus (15).

Néanmoins les auteurs de ces différents articles ont déploré une difficulté de mise en place de cette méthode de formation par manque de temps, par manque de formateur et également par l'absence de plate-forme digitale dédiée à cet exercice.

Les exemples de VBC existants permettent d'en voir les applications. De façon assez historique, le Wisconsin Surgical Coaching Program a été le premier programme officiel de coaching en chirurgie. Ce programme est devenu en 2019 The Academy for Surgical Coaching qui se développe aux États-Unis et au Canada. En pratique une session de coaching dure 5 heures : environ 1 heure pendant laquelle le formateur et l'étudiant définissent les objectifs de la formation, 3 heures d'observation dans la salle opératoire et environ 1 heure de débriefing immédiat. Dans le contexte de la sleeve gastrectomie le programme permettait au chirurgien en formation une réduction moyenne du temps opératoire de 14 minutes (92.5 minutes à 78.5 minutes. 15 %) (<https://surgicalcoaching.org>).

D'autres plateformes qui permettent le reviewing de vidéos chirurgicales par des ont été développés aux États-Unis. Par exemple les plateformes C-Sats, ou Vista qui fonctionnent selon la séquence suivante : i/envoi de sa propre vidéo chirurgicale ii/ relecture par des experts formés à utiliser des échelles de d'évaluation des gestes techniques iii/ retour de la vidéo vers l'apprenant pour prendre connaissance du feed back (<https://www.csats.com>).

En France récemment la plate-forme EKA Surgery a été développée sur le même principe d'analyse de de vidéos chirurgicales réalisée par voie coelioscopique, robotique et endoscopique en Urologie. Au sein de cette solution digitale, les chirurgiens apprenants peuvent accéder à une bibliothèque de vidéos commentées et séquencées dite de référence. La solution propose une analyse des vidéos structurées en étapes chirurgicales ce qui permet à l'apprenant de naviguer plus facilement sur les commentaires des experts et de préparer de façon plus efficiente ses interventions suivantes.

Le développement du VBC est confrontée à certaines difficultés et certaines limites. L'obstacle plus fréquemment cité est le manque de temps à la fois pour les chirurgiens apprenant et pour le chirurgien expert d'où l'intérêt de développer des plates-formes efficaces accessibles 24 heures/ 7 jours. Ensuite il est question également de l'acceptabilité des chirurgiens de se soumettre à une relecture de leurs interventions chirurgicale par crainte du jugement

notamment. L'enquête que nous avons réalisée montre en effet que si 81 % des chirurgiens soumettraient leur vidéo à des experts pour avis, 19 % restent opposés à cette possibilité. Bien que le VBC semble offrir des moyens pour favoriser le bien être des chirurgiens en formation et même prévenir le burn-out, l'acceptation de cette méthode nécessite du courage et de la confiance envers ses experts. Enfin, il reste une difficulté qui est le coût de cette formation. Même si on peut imaginer les retombées économiques liés à la réduction des complications post-opératoires, de la durée opératoire mais également par l'amélioration du bien-être du chirurgien, il n'y a pas de budget en France dédié à cette pratique.

Le coût isolé de production de vidéos, même structurées, est actuellement faible, grâce à la diffusion de systèmes d'édition facilement disponibles sur tous les ordinateurs personnels. Ce coût est faible par rapport aux avantages et aux résultats obtenus, en le comparant aux possibilités de formation conventionnelles en chirurgie, et en particulier le compagnonnage. Malheureusement, comme on l'a vu, ces vidéos éditées à faible coût ont un impact pédagogique qui doit être remis en question compte tenu de l'absence de leur évaluation scientifique et pédagogique. Mais il est dommage de se priver d'un moyen extraordinaire de progression de leur valeur éducative en ne les utilisant pas de façon optimale. Il convient de mettre en œuvre tous les moyens informatiques modernes d'analyse de l'image pour définir les vidéos ayant un caractère pédagogique de référence. Ce peut-être la mise en place de coachings de référence. Ce peut être l'analyse automatique de l'image pour structurer les vidéos avec des points éducatifs clés.

Conclusions

L'analyse des données disponibles concernant la place de la vidéo chirurgicale dans la formation nous permet de conclure que :

- la production de vidéos chirurgicales est massive, de plus en plus simple et économique
- la plupart des chirurgiens ont les moyens techniques d'enregistrer les vidéos
- la diffusion par YouTube est la première source de lecture de vidéos chirurgicales
- Il n'y a pas de recommandations de Société Savantes pour certaines vidéos
- Il n'y pas de système/organisme de validation éducative d'une vidéo
- Il n'y a pas de vidéos « sélectionnées » pour des formations dédiées
- les vidéos ont fait la preuve de leur valeur dans l'éducation chirurgicale et l'acquisition des gestes de base

- les vidéos permettent un coaching éducatif validant la réalisation de procédures chirurgicales
- les vidéos peuvent être analysées par l'IA pour des procédures simples
 - pour identifier des points clé de certaines procédures
 - pour valider l'apprentissage

Il convient de promouvoir les vidéos chirurgicales

- En finançant l'enregistrement systématique et le stockage des vidéo opératoires sur le principe des boîtes noires (type aéronautique et transports routiers)
- En finançant les travaux sur l'IA d'analyse automatique de l'image opératoire
- En incitant les Universités / Sociétés Savantes à valider et promouvoir des vidéos représentant les « bonnes pratiques », révisables tous les 5 ans
- En finançant les avis d'aides chirurgicales / coachings dans les pratiques des chirurgiens
- En finançant la formation continue par le développement et l'émergence de certaines plateformes efficaces de VBC.

Annexes

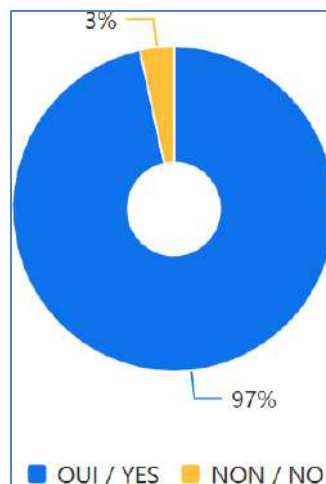
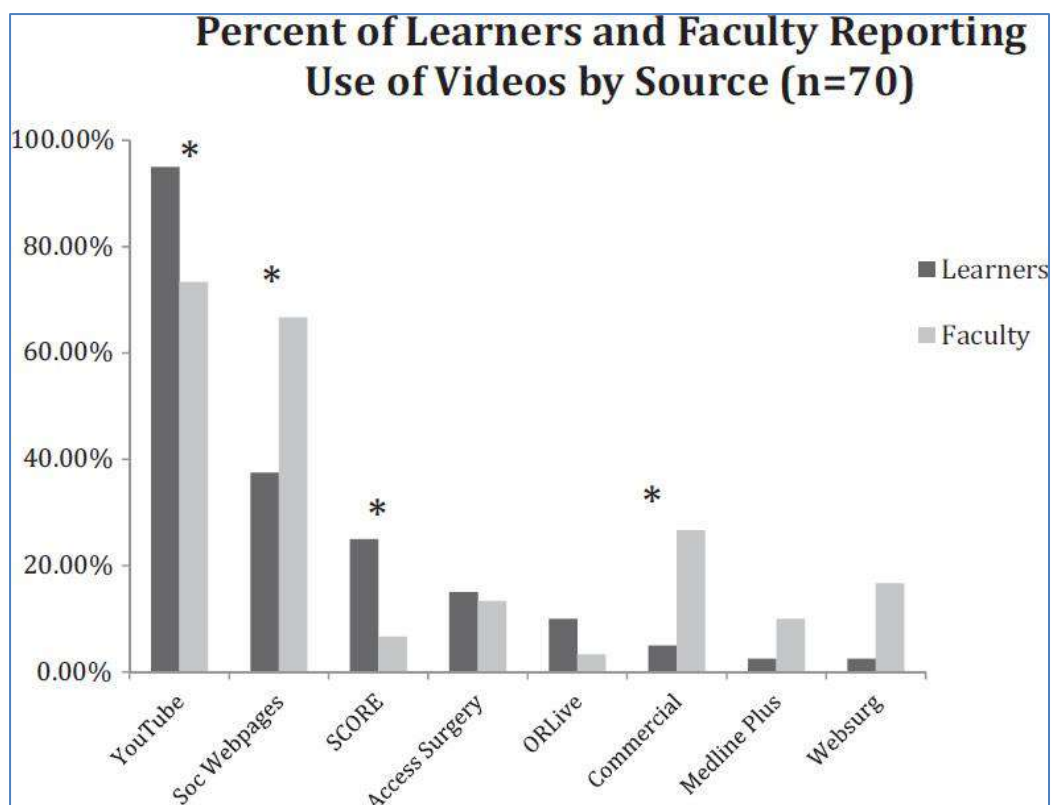


Figure 1.

Réponse à la question : Consultez-vous des vidéos chirurgicales dans le cadre de votre formation ?

Figure 2.

Sources de vidéos consultées par les chirurgiens apprenants (noir) et les experts (gris) (2)

**Figure 3.**

Réponse à la question : Source des vidéos que vous consultez ?

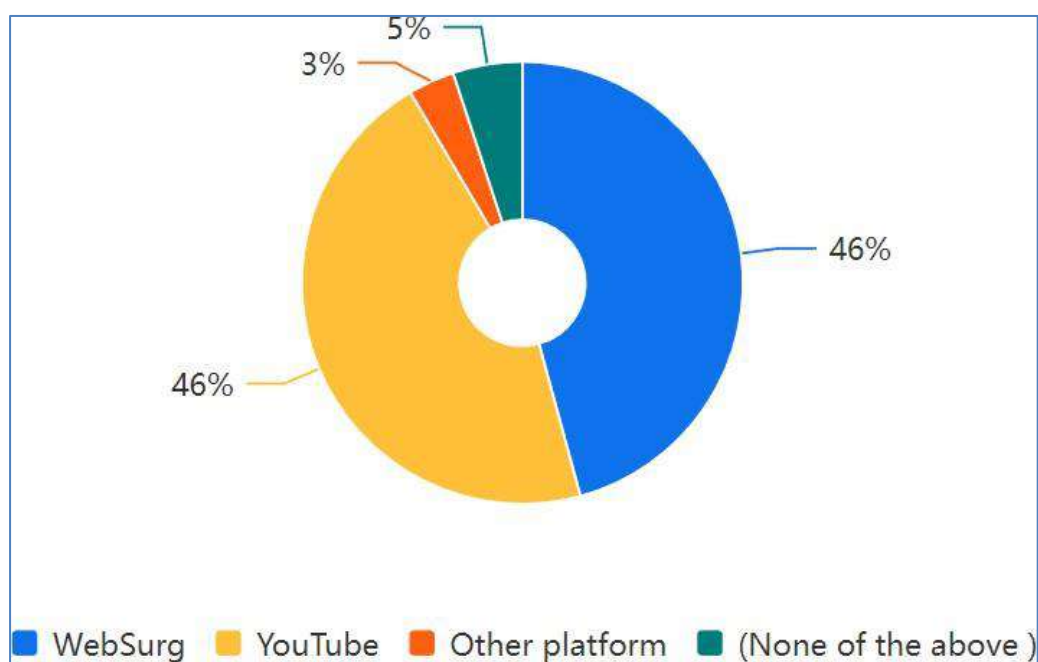


Figure 4.

Impact du chapitrage des vidéos : en bleu, les impacts de connections, en ordonnées, les tirets séparant les chapitres.

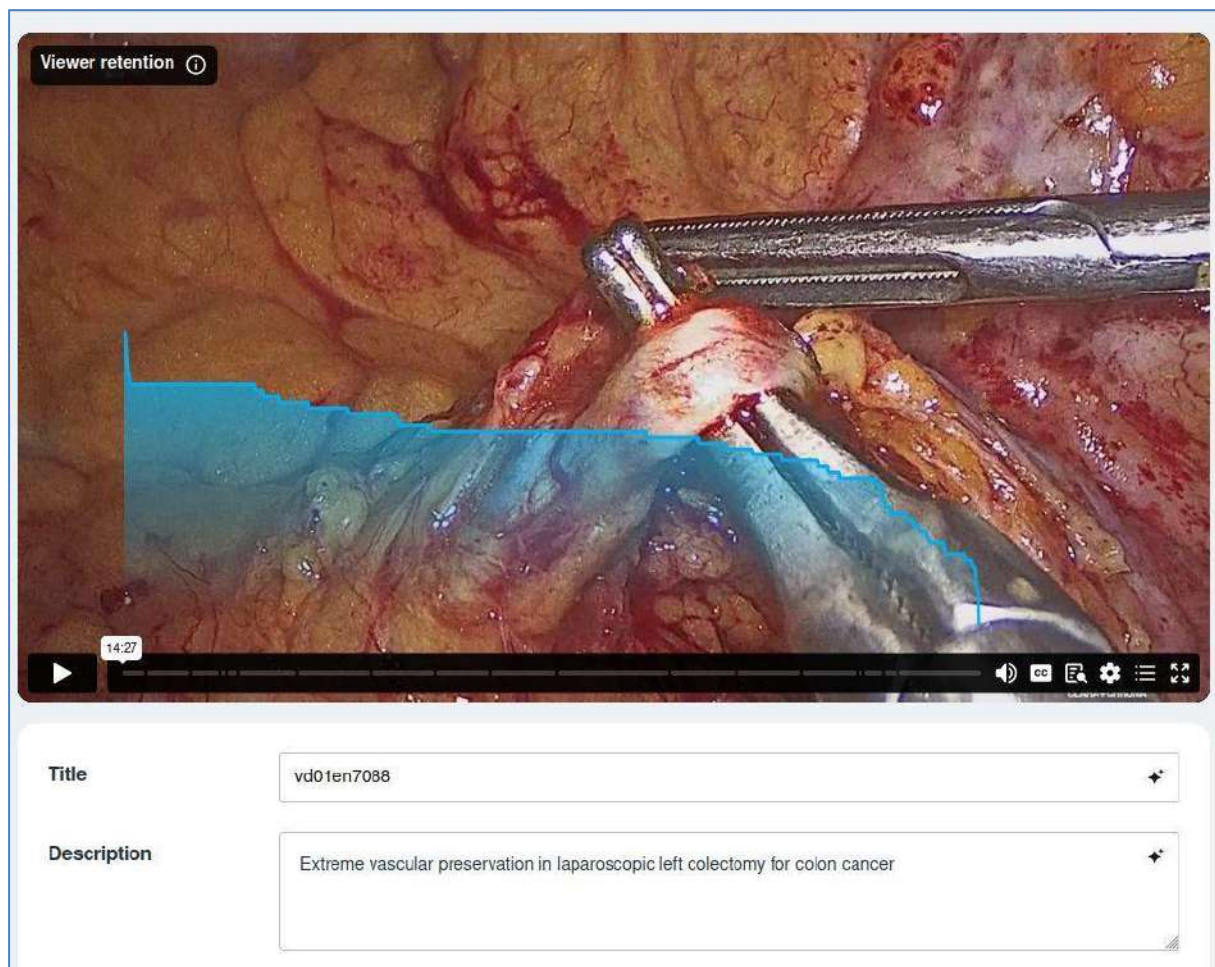


Tableau 1

Questionnaire soumis aux chirurgiens

Evaluation de l'intérêt des vidéos commentées et non commentées dans la formation chirurgicale / Assess the interest of commented and non-commentated vidéos in surgical training

1. Quelle est votre spécialité ?
2. Dans le cadre de votre formation chirurgicale est-ce que vous consultez des vidéos de technique chirurgicale sur Internet ?
3. Est-ce que vous consultez ces vidéos sur : Websurg, YouTube, Autres sources de vidéos.
4. Est-ce que vous avez l'habitude de consulter des vidéos structurées c'est-à-dire conçues à but pédagogique (commentaires, découpage, contenu pédagogique associé
5. Est-ce que vous vérifiez l'origine scientifique de vos vidéos. Do you check the scientific origin of your videos
6. À quel moment de la formation consultez-vous des vidéos : At what point during the training do you watch videos
 - avant une nouvelle procédure ;
 - après une nouvelle procédure ;
7. À quel moment de la journée consultez-vous les vidéos ?
 - le matin
 - pendant les horaires de travail
 - le soir.
8. Est-ce que vous téléchargez ces vidéos ?
 - Disposez-vous d'équipements d'enregistrement de vidéos chirurgicales au sein de votre centre de soins ?
9. Disposez-vous d'équipements d'enregistrement de vidéos chirurgicales au sein de votre centre de soins ?
 - Non aucun
 - Oui dans quelques salles d'opérations du bloc seulement
 - Oui dans toutes les salles d'opérations du bloc
 -
10. Si oui avez-vous l'habitude d'enregistrer vos interventions chirurgicales ?
 - 1/ Toujours
 - 2/ Quelques fois
 - 3/ Jamais
11. En matière de formation médicale continue, quelles sont vos pratiques actuelles ?
 - 1/ En présentiel dans un centre de formation agréé
 - 2/ Supervision par un chirurgien pair de votre service lorsque vous le jugez nécessaire
 - 3/ Préparation avec vos pairs en amont de l'intervention à réaliser
 - 4/ En distanciel via des solutions digitales
12. Formation continue
 - Utilisez-vous les Réseaux sociaux professionnels
 - Consultez-vous des articles dans des revues spécialisées sur cette pratique,
 - Avec quelle fréquence avez-vous recours à la formation médicale continue par an
 - o Jamais;

- 1 à 3 fois par an;
 - 3 à 5 fois par an;
 - Plus de 5 fois par an.
- Est-ce que vous accepteriez de soumettre vos vidéos chirurgicales à des experts pour qu'ils vous donnent un feed-back sur votre technique chirurgicale / des conseils pour accélérer votre formation ?

Tableau 2

Résultat évaluation internet : 20 premières occurrences.

Mot clé internet + video	Nombre items	Nombre liens YouTube	Autres / liens identifiés (dont identifiés « U »)
Cholecystectomy	103 000	13 / 65%	4 / 8
Laparoscopic cholecystectomy	82 900	15 / 75%	5 / 4 ; dont « laparoscopy Hospital » et « Dr Mishra » et SAGES
Laparoscopic Prostatectomy	8 360	14 / 70 %	3 / 7 dont Eur Assoc Urol
Robotic Prostatectomy	314 000	14 / 70 %	3 : 7 ; dont Eur Assoc Urol ; Mondor Paris ; John Hopkins ; Cleveland Clinic
Laparoscopic Hysterectomy	1 680 000	10 / 50 %	
Laparoscopic Colectomy	9 000	15 / 75 %	
Knee arthroscopy	129 000	14 / 70 %	
Shoulder arthroscopy	50 300	13 / 65 %	

Accédé Google + video 14/07/2024

« U » = Université ou Société Savante

Total des « autres » > 20 car certaines vidéo sur « YouTube » émanent d'Universités ou de sociétés Savantes (Ex SAGES)

Tableau 3.

**Nombre et spécialité des publications vidéo et enregistrements de présentations
2021 à 2024.**

	2024		2023		2022		2021		
	surgical videos	lectures	surgical videos	lectures	surgical videos	lectures	surgical videos	lectures	TOTAL
Anesthesiology	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bariatric surgery	0	0	2	5	1	0	0	0	8
Cardiovascular surgery	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Colorectal, trans anal and proctological surgery	6	1	6	2	15	6	3	52	91
Endocrine surgery	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Endoscopic surgery	0	0	1	1	1	0	2	1	6
ENT	0	0	0	0	0	0	0	0	0
General and digestive	7	1	16	7	25	3	53	139	251
Gynecology	9	0	10	0	5	0	12	3	39
Hepatobiliary and pancreatic surgery	4	0	6	3	19	0	0	1	33
Hernia surgery	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pediatric surgery	5	2	4	4	1	0	6	0	22
Percutaneous surgery	4	2	0	0	0	0	2	0	8
Robotic surgery	6	3	5	6	13	3	12	5	53
Skull base surgery	0	0	0	0	1	0	2	0	3
Thoracic surgery	4	2	1	0	1	2	1	0	11
Upper GI surgery	0	0	2	3	2	0	0	1	8
Urology	7	2	6	1	12	0	7	0	35
Wrist	0	4	0	0	1	1	29	0	35
TOTAL	52	17	59	32	97	15	129	202	

Tableau 4.
Vidéos les plus consultées sur 1 mois.

Vidéo	Vues	Affichages
Totally laparoscopic management of retrocaval metastatic melanoma in a young patient	944	1088
Laparoscopic ureterolysis with omental wrap for idiopathic retroperitoneal fibrosis	656	761
Laparoscopic repair of a post-traumatic diaphragmatic rupture	648	718
Laparoscopic TAPP ventral hernia repair for umbilical hernia	641	700
Laparoscopic bladder neck reconstruction using a buccal mucosal graft	606	692
Laparoscopic management of left inguinal hernia: laparoscopic transabdominal preperitoneal (TAPP) approach, a live educational procedure	510	563
Laparoscopic right radical nephrectomy for renal cell carcinoma: description of surgical technique	482	538
Laparoscopic treatment of post-cholecystectomy biliary peritonitis	459	536
Laparoscopic right colectomy with D3 lymph node dissection for colonic adenocarcinoma	438	478
Endoscopic totally extraperitoneal preperitoneal (TEP) inguinal hernia repair	433	469
Robotic left adrenalectomy in a patient with adrenocortical carcinoma using the Versius robotic surgical system	423	472
Laparoscopic Nissen fundoplication for severe gastroesophageal reflux and hiatal hernia repair: a live educational procedure	401	444
TOTAL du 28 mai 2024 au 27 juin 2024	97911	108970

Références

1. Gawande A. Personal best. *Annals Of Medecine*. 2011.
2. Rapp AK, Healy MG, Charlton ME, Keith JN, Rosenbaum ME, Kapadia MR. YouTube is the Most Frequently Used Educational Video Source for Surgical Preparation. *J Surg Educ*. 2016;73(6):1072-6.
3. Barry DS, Marzouk F, Chulak-Oglu K, Bennett D, Tierney P, O'Keeffe GW. Anatomy education for the YouTube generation. *Anat Sci Educ*. 2016;9(1):90-6.
4. Farag M, Bolton D, Lawrentschuk N. Use of YouTube as a Resource for Surgical Education-Clarity or Confusion. *Eur Urol Focus*. 2020;6(3):445-9.
5. Ferhatoglu MF, Kartal A, Filiz AI, Kebudi A. Comparison of New Era's Education Platforms, YouTube(R) and WebSurg(R), in Sleeve Gastrectomy. *Obes Surg*. 2019;29(11):3472-7.
6. Aktoz F, Tercan C, Dagdeviren E, Kaya C. Comparison of laparoscopic hysterectomy videos on YouTube and WebSurg platforms in terms of educational reliability and quality. *J Gynecol Obstet Hum Reprod*. 2022;51(8):102435.
7. Lee JS, Seo HS, Hong TH. YouTube as a potential training method for laparoscopic cholecystectomy. *Ann Surg Treat Res*. 2015;89(2):92-7.
8. Erdem MN, Karaca S. Evaluating the Accuracy and Quality of the Information in Kyphosis Videos Shared on YouTube. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2018;43(22):E1334-E9.
9. Hotokezaka M, Chijiwa K, Kondo K, Kai M, Eto TA, Hidaka H, et al. Video monitoring and slide and video presentations as tools for surgical education. *Hepatogastroenterology*. 2008;55(86-87):1519-22.
10. Mendez A, Seikaly H, Ansari K, Murphy R, Cote D. High definition video teaching module for learning neck dissection. *J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2014;43(1):7.
11. Ericsson KA. Deliberate practice and the acquisition and maintenance of expert performance in medicine and related domains. *Acad Med*. 2004;79(10 Suppl):S70-81.
12. Ducournau F, Liverneaux PA. Deliberate practice as a method of teaching surgery. *J Hand Surg Eur Vol*. 2021;46(8):912-3.
13. Chhabra KR, Thumma JR, Varban OA, Dimick JB. Associations Between Video Evaluations of Surgical Technique and Outcomes of Laparoscopic Sleeve Gastrectomy. *JAMA Surg*. 2021;156(2):e205532.
14. Augestad KM, Butt K, Ignjatovic D, Keller DS, Kiran R. Video-based coaching in surgical education: a systematic review and meta-analysis. *Surg Endosc*. 2020;34(2):521-35.
15. Daniel R, McKechnie T, Kruse CC, Levin M, Lee Y, Doumouras AG, et al. Video-based coaching for surgical residents: a systematic review and meta-analysis. *Surg Endosc*. 2023;37(2):1429-39.

6. LA SIMULATION SYNTHÉTIQUE

ANALYSE CRITIQUE, EFFICACITE, ACCESSIBILITE, COUT, PLACE DANS LA FORMATION

Louis SIBERT^{1,2}

¹ Pour le Comité « Chirurgie » de la Société Francophone de Simulation en Santé (SoFraSimS) www.sofrasims.org

² Service d'Urologie, CHU Rouen, Hôpital Charles-Nicolle, 1 rue de Germont 76000 Rouen, Directeur médical du Medical Training Center Rouen Normandie, 20 rue Marie Curie 76000 Rouen, France

louis.sibert@chu-rouen.fr

Préambule, non inclus dans le manuscrit : Plutôt que simulateurs physiques, il est préférable d'utiliser le terme de simulateurs synthétiques qui correspond aux mannequins procéduraux et aux simulateurs techniques basse technicité. Par ailleurs, la problématique des simulateurs techniques haute technicité rejoint celles de l'ensemble des simulateurs synthétiques et sera abordée dans ce même chapitre.

Introduction

Ce chapitre sera exclusivement centré sur la place des simulateurs synthétiques et des simulateurs procéduraux basse et haute technicité impliqués dans la formation technique des opérateurs. Il traitera des principaux éléments théoriques, pédagogiques et organisationnels permettant d'optimiser l'utilisation de ce type de simulateurs pour la formation chirurgicale technique. Les autres outils de simulation pour l'apprentissage chirurgical sont traités dans d'autres chapitres de ce rapport.

Il est important de signaler que cette contribution est rédigée sous l'égide de la SoFraSimS (Société Francophone de Simulation en Santé) et s'inspire de la récente actualisation du guide de bonnes pratiques en matière de simulation en santé de la HAS¹ parue cette année et sur le rapport sur la simulation en santé de la Conférence des Doyens parue en 2022².

Définitions

Nature des outils de simulation en chirurgie

Les outils de simulation (ou simulateurs) utilisés pour la formation aux habiletés techniques sont de natures très diverses. La figure A répertorie les grandes catégories d'outils de simulation actuellement utilisés. Les lieux utilisant des outils de simulation technique organique (simulation "humide" sur tissus réels) ne répondent pas aux mêmes normes (sanitaires, éthiques) que les lieux utilisant uniquement des outils de simulation anorganique (simulation "sèche" : synthétique ou numérique).

Les simulateurs synthétiques, objets de ce chapitre, peuvent être :

- Des simulateurs patients qui sont des mannequins grandeur nature (adulte, enfant, nourrisson) très réalistes. Les mannequins inertes, basse technicité sont généralement utilisés pour l'entraînement aux gestes de base. Les simulateurs patients haute-technicité peuvent être pilotés par ordinateur et ont la possibilité de respirer, parler, et répondre à des stimuli. Ils sont utilisés pour l'entraînement individuel ou en équipes à des procédures plus complexes¹.
- Des simulateurs procéduraux, qui permettent un apprentissage par la répétition de gestes technique sans risque pour le patient. Il peut s'agir de simples maquettes inertes, qui peuvent couvrir un large éventail de procédures : tête d'intubation, arbre bronchique pour endoscopie, bras pour perfusion, gestes chirurgicaux usuels tels que les différents types de sutures, superficielles, en un ou plusieurs plan et les anastomoses digestives et vasculaires. Les simulateurs chirurgicaux, dans leur forme la plus simple, sont constitués par exemple d'une boîte cachant la vision directe (pelvi-trainer), intégrant ou non une caméra, et permettant de réaliser des exercices variés (préhension, suture, dissection aux ciseaux.) courants en laparoscopie. Certains simulateurs sont plus sophistiqués et permettent de reproduire des situations interventionnelles de haute technicité. Ils utilisent des logiciels très performants et des écrans permettant de simuler de façon très réaliste des environnements péri-opératoires immédiats. Ils ont surtout été développés pour des techniques interventionnelles mini invasives, endoscopiques, coelioscopiques, coelioscopiques robot- assistées.

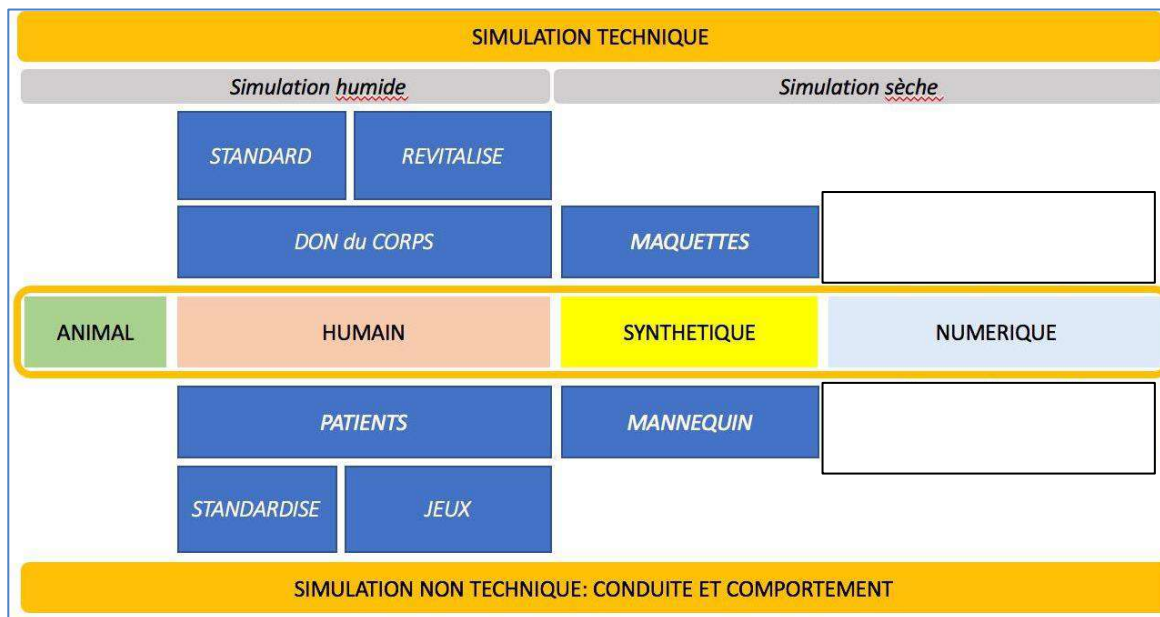


Figure A : catégories des modèles de simulateurs chirurgicaux.

Les habiletés techniques

La formation pratique des futurs opérateurs est centrée sur l'acquisition des habiletés techniques. Il convient de détailler ce qu'on entend par habiletés techniques car elles englobent des concepts complémentaires mais différents et la définition des objectifs pédagogiques et donc le choix et l'utilisation appropriés des différents simulateurs en découlent.

Les gestes techniques sont des actions manuelles invasives agissant sur les tissus organiques, en les modifiant de façon immédiatement irréversible. Ces gestes font la spécificité de la discipline chirurgicale comme la section, la dissection, la ligature-coagulation, tous les types de sutures et d'implantations de dispositifs médicaux. Il est usuel de distinguer :

-*Le geste de base* : Il définit une action technique simple, parfois générique pour tous les tissus telle que la réalisation de sutures, la coagulation, ou au contraire plus spécifique d'un type de tissu au sein d'une spécialité, par exemple la suture d'un tendon, d'un vaisseau sanguin ou le vissage osseux.

-*L'intervention* : Il s'agit de l'enchaînement de plusieurs gestes techniques de base dont la réalisation et la succession logique doivent être maîtrisées. On parle dans ce cas d'intervention chirurgicale (ex : néphrectomie, hystérectomie, ostéosynthèse...).

L'intervention est donc *séquentielle*. La capacité d'enchaînement de ces séquences gestuelles, chacune préparant la suivante, représente en soi une action dont chaque étape doit être évaluée lors de l'action de simulation.

L'intervention est souvent *complexe*, soit par la nature et la variabilité des gestes enchainés, soit par sa durée, soit encore par l'utilisation d'ancillaires (robots) ou de dispositifs implantables spécifiques propres à chaque intervention et à chaque spécialité (stents, endoprothèses lumbales, prothèses articulaires, implants oculaires...).

Les simulateurs : haute-fidélité ou haute technicité ?

La rédaction de ce chapitre est une opportunité pour corriger les imprécisions sémantiques qui peuvent être source de confusion, comme celle qui existe entre les termes "haute technicité" et "haute-fidélité", souvent utilisés l'un pour l'autre dans la littérature et dans les recommandations déjà existantes.

- *La technicité* caractérise la complexité/sophistication d'un simulateur utilisé pour simuler un geste technique ou une situation de soin chirurgical. Il peut utiliser une technologie de la plus simple (= basse technicité) à la plus complexe (= haute technicité). Ainsi, le degré de technicité est indépendant du type du support de simulation (organique ou anorganique, synthétique ou numérique) et n'est lié qu'à la technologie qui lui est associée. Par exemple, une simulation sur un sujet anatomique peut être de "basse technicité" (dissection anatomique historique) ou bien de "haute technicité" (dissection sur corps reconditionné et reperfusé, de type SimLife).

- *La fidélité* définit la capacité d'une situation ou d'un outil de simulation à reproduire la réalité. Elle caractérise le réalisme de la simulation du geste (de base ou complexe), de son environnement anatomique, de son insertion dans un bloc opératoire, contextualisé ou pas. Ainsi la fidélité en simulation chirurgicale multiplie les contraintes de réalisme : anatomiques, retours de force produits par les tissus, les implants et leurs ancillaires (=haptique), environnement du bloc opératoire (tables, colonnes endoscopiques), comportement des protagonistes lors d'un scénario. La fidélité doit, dans l'idéal, s'appliquer autant aux habiletés techniques qu'aux habiletés comportementales. De façon contre-intuitive, elle n'est pas nécessairement corrélée au degré de la technicité utilisée.

Par exemple, une suture arthroscopique de ménisque avec un simulateur avec réalité virtuelle (RV) est de haute technicité mais sa fidélité reste encore médiocre et devient basse pour une suture de tendon par défaut de retour haptique. Le caractère hybride l'associant à une maquette synthétique augmente sa fidélité en générant un retour haptique plus réaliste. A ce jour, une simulation numérique en immersion complète 3D (RVi avec casque) est de très haute technologie mais reste de très basse fidélité, pratiquement inopérante pour l'acquisition des habiletés gestuelles de base ou interventionnelles du fait de l'absence de retour haptique réaliste.

Efficiencia des simulateurs synthétiques et procéduraux

Les critères d'efficiencia des simulateurs concernent leur validité, leur efficacité pédagogique et l'impact de leur utilisation sur les performances opératoires et la qualité des soins dans la vraie vie.

La validité d'un outil pédagogique repose sur les principes énoncés en sciences de l'éducation par Messick³. La validité consiste en un jugement basé sur des preuves empiriques et sur une argumentation de nature théorique qui vise à justifier l'interprétation des scores obtenus par suite de l'administration d'un test dans un contexte donné, dans le cas présent un exercice de simulation sur simulateur chirurgical (« *Validity refers to the degree to which evidence and theory support the interpretations of test scores entailed by proposed uses of tests* »). D'après cette définition, la validité est vue comme une entité unique englobant l'ensemble des preuves qui confirment (ou infirment) l'interprétation du résultat d'un test, dans un contexte donné et pour une population donnée. Les sources prouvant cette validité peuvent avoir plusieurs facettes et sont classées en cinq catégories : le contenu, la manière de répondre à la question, la cohérence interne (fiabilité, reproductibilité des mesures effectuées et des scores obtenus), les relations avec les autres variables et les conséquences³. Il est difficile de réunir toutes les facettes de la validité au cours d'une même étude. Les études publiées de validité complète selon Messick appliquées aux simulateurs chirurgicaux sont d'ailleurs rares⁴. Les facettes de validité le plus souvent explorées dans le domaine de l'évaluation chirurgicale sont le contenu (idéalement par des avis d'experts selon la méthode Delphi), la cohérence interne et les relations avec les autres variables (test de plusieurs groupes de niveaux cliniques différents sur un simulateur)³⁻⁵. Un système de score de validité des outils d'évaluation appliqués à la chirurgie a été proposé par Ghaderi et al^{5,6}. Le recours à ce type de score devrait être plus largement employé qu'il ne l'est actuellement en pratique dans notre milieu pour guider des stratégies cohérentes d'acquisition des simulateurs et l'organisation des programmes de simulation chirurgicale.

L'efficacité pédagogique repose sur la validité de l'évaluation des performances sur simulateurs et l'impact positif sur les apprenants et sur la qualité des soins.

-Validité de l'évaluation des performances sur simulateurs chirurgicaux : L'évaluation de l'apprenant a fait l'objet de recommandations spécifiques par la SoFraSimS en 2022. Elles sont applicables à la simulation en chirurgie⁷. Les habilités techniques sont évaluées selon une échelle de valeur, le plus souvent de type Likert. Le concept d'habiletés (la meilleure traduction du mot "skills" anglo-saxon) est valable dans l'exercice chirurgical réel au bloc opératoire aussi

bien que dans une situation de simulation. La notion de compétence est définie par un seuil minimum du niveau d'habileté qui permet de statuer que le soin est réalisé avec un niveau acceptable pour la sécurité des patients. Plusieurs systèmes de score d'évaluation appliqués à la chirurgie ont été proposés dans la littérature. Un des plus employés est le score OSATS, récemment traduit de façon valide en français⁸⁻¹⁰. Ce type de score permet une évaluation qualitative globale de la performance technique et a prouvé son utilité pour donner du feedback aux apprenants, suivre leur progression, organiser des situations de simulation et permettre la conduite d'études prospectives en pédagogie innovante.

La plupart des simulateurs chirurgicaux haute technicité proposent de positionner les performances techniques des apprenants par rapport à des critères de performances techniques pré établis fondés sur l'enregistrement des performances sur le simulateur d'un grand nombre de chirurgiens rompus à la technique. L'utilisation de ces critères de performance normés présente l'intérêt de standardiser l'apprentissage technique et de permettre des parcours de progression individualisés. Néanmoins, le niveau de preuve de la validité de tels critères préenregistrés est faible et ce point pose le problème de la confidentialité des données enregistrées sur le simulateur.

-Efficience de l'entraînement sur simulateur en termes d'impact pour les apprenants et sur l'amélioration de la qualité des soins :

Ce type d'efficience est évaluée selon la classification de Kirkpatrick qui comporte 4 niveaux¹¹. Le premier niveau recueille la satisfaction des participants vis-à-vis du programme réalisé. Le deuxième niveau mesure l'apprentissage réalisé sur le simulateur, en termes d'attitude dans une situation donnée (2a) ou de compétences acquises pour réaliser un geste chirurgical (2b). Le troisième niveau correspond à l'impact d'une formation sur simulateur sur l'habileté technique lors du retour à une situation réelle, ce qui est communément appelé le transfert. Enfin, le 4^{ème} niveau mesure l'impact du programme de simulation sur l'amélioration éventuelle de la santé des patients.

La classification de Kirkpatrick est applicable à la chirurgie. Sur le plan pratique, les 2 notions de validité de l'évaluation et d'efficience sur le soin sont des points clés et intimement liés pour le choix d'outils pour la simulation chirurgicale. Ainsi, il faudrait idéalement avoir une évaluation fiable des performances simulées pour des situations qui ont fait la preuve de leur impact positif sur les soins lorsque les performances réalisées par les apprenants sont bonnes. A titre d'exemple, un programme de simulation pour l'intervention de cholécystectomie sur un simulateur de réalité virtuelle a montré des preuves d'efficacité de niveau 3 selon Kirkpatrick¹².

Au total, l'analyse de la littérature sur l'efficacité pédagogique des simulateurs chirurgicaux peut être résumée succinctement de la façon suivante :

- L'immense majorité des études publiées s'appuient sur l'apprentissage des procédures interventionnelles mini-invasives, endoscopiques, coelioscopiques et encore plus depuis l'avènement de la chirurgie coelioscopique robot-assistée.
- Les études d'impact de l'entraînement sur simulateurs sur les taux de complications ou la santé publique sont pour l'instant peu nombreuses en chirurgie.
- Il existe des données probantes sur la validité apparente, de contenu des simulateurs chirurgicaux synthétiques et des simulateurs procéduraux basse et haute technicité. Les chirurgiens seniors obtiennent régulièrement de meilleurs scores aux exercices techniques sur simulateurs que les chirurgiens novices¹³.
- le simulateurs laparoscopiques basse fidélité ont une fidélité généralement identique que les simulateurs haute technicité pour l'acquisition des performances techniques aux gestes de base en coelioscopie¹⁴.
- Il est documenté que l'entraînement sur simulateur de coelioscopie robot-assistée accélère la courbe d'apprentissage technique mais à ce jour, il n'y a pas de données probantes sur la transférabilité des habiletés techniques au bloc opératoire en situation réelle¹⁵⁻¹⁷.

La méthode pédagogique développée pour l'utilisation des simulateurs influence directement l'efficacité de la formation pratique. Elle implique la stratégie pédagogique, la formation des formateurs, l'organisation des ateliers de simulation.

La stratégie pédagogique : Son choix influence directement le niveau et la qualité de l'encadrement. Les stratégies les plus documentées concernant la simulation procédurale technique se basent sur :

- La pédagogie de la maîtrise* : apprentissage par objectifs, par étapes de difficulté croissante jusqu'à la maîtrise, avec une grille d'évaluation validante à chaque étape. Cette méthode peut s'appliquer à un groupe d'apprenants¹⁸.
- *La pratique délibérée* : l'apprenant s'engage à suivre un exercice d'entraînement planifié et répété dans une logique de progression, avec un objectif bien défini. Après chacune de ces répétitions, cet apprenant reçoit une forme de rétroaction à la suite de l'analyse de sa performance. Cet enchaînement se poursuit jusqu'à l'atteinte du but. La pratique de la part de l'apprenant doit

être consciente, intentionnelle avec atteinte d'un objectif clair. Cette méthode a prouvé son efficacité mais nécessite un haut niveau d'encadrement¹⁹.

- **Les formateurs** : pour une session de simulation technique le nombre et le type de formateurs doivent être adaptés aux objectifs pédagogiques, au nombre et à la capacité d'accueil des apprenants et aux types de simulateurs utilisés. Concernant le niveau de formation en simulation des formateurs, il est classique de distinguer des formateurs occasionnels, des formateurs réguliers et des formateurs seniors¹. Certaines actions d'encadrement sur simulateurs peuvent être déléguées à des techniciens (ou à des étudiants-tuteurs) sous la responsabilité de l'enseignant responsable. A noter que la formation de formateur en simulation chirurgicale est un axe que les structures de simulation sont en train de développer sous l'égide de la SoFraSimS²⁰.

- ***Le déroulement des sessions de formation pratique doit faire envisager :***

Le ratio formateurs/apprenants : S'il s'agit de gestes techniques de base sur des simulateurs basse technicité (i.e. sutures simples superficielles, sondage urétral sur mannequin, geste de base en laparoscopie sur laparotrainer basse fidélité), un ratio d'un formateur occasionnel pour des groupes de 5 à 10 apprenants est envisageable. S'il s'agit de gestes techniques ou d'ensemble de gestes formant une procédure sur un simulateur haute technicité, le ratio formateur/ apprenants, selon les ressources disponibles, est plus élevé et doit s'apparenter à un tutorat personnalisé permettant de donner du feedback immédiat après chaque étape technique. Dans ce cas le formateur doit connaître le fonctionnement du simulateur et avoir un niveau de formation en simulation adapté au niveau d'encadrement souhaité.

Le respect de règles simples pour optimiser l'apprentissage technique sur simulateur :

= Un Apprentissage technique "pas à pas" :

Les exercices doivent être réalisés dans un ordre qui va du plus simple au plus complexe,

On ne peut passer d'un exercice simple à un exercice plus complexe tant que le premier exercice n'est pas maîtrisé. Quel que soit le simulateur procédural utilisé, c'est le formateur qui fixe les critères de succès (exercice complété, durée, dextérité, ergonomie du maniement des instruments) d'un exercice permettant de passer à l'exercice suivant en fonction du type d'exercice, du niveau initial des apprenants, de leur performance attendue.

Répétition des exercices pour développer la mémoire procédurale jusqu'à ce que l'apprenant soit capable d'intégrer un certain degré d'automatisme dans l'acquisition des gestes techniques, lui permettant d'appréhender une procédure dans sa globalité. Il est plus productif

de diviser et répéter les périodes d'apprentissage, dans le but de favoriser un entraînement par fractionnement de la procédure, qui optimise progressivement l'association cognitivo-psychomotrice²¹.

= Favoriser les rotations à chaque exercice au sein d'un petit groupe d'apprenants postés sur un simulateur afin de fractionner les activités et que tous les apprenants soient exposés aux tâches techniques de façon équivalente. Ces rotations fréquentes permettent plus facilement au formateur de délivrer un feedback individualisé et à l'ensemble du groupe.

= Contextualisation des exercices technique pour faciliter le transfert des apprentissages. Au début de l'exercice, il est intéressant d'indiquer un contexte particulier de mise en situation (urgences, au lit du patient, horaires de nuit, salle d'intervention, salle de réveil). Une scénarisation même minimale peut favoriser le transfert des apprentissages. Disposer d'un court synopsis écrit peut être utile pour les formateurs. A ce titre, la SoFraSimS propose un guide de préparation d'une session de simulation procédurale²², tout à fait transposable à une session de simulation chirurgicale technique.

La structure « briefing-simulation-débriefing » doit être respectée, y compris pour une session d'entraînement technique sur simulateur

Coûts et accessibilité

L'accessibilité aux simulateurs chirurgicaux répond au double enjeu de l'impératif pédagogique inhérent au rôle incontournable de la simulation pour la formation technique et des contraintes liées aux coûts de ces outils pédagogiques.

Coûts des simulateurs

Sans aborder la réflexion plus large sur les modalités de financement de la simulation pour la formation chirurgicale, et des contraintes réglementaires vis-à-vis du soutien de l'industrie, déjà abordées par le rapport de la Conférence des Doyens de Médecine², les éléments suivants peuvent être soulignés :

- Le coût d'acquisition d'un simulateur synthétique ou procédural basse technicité est relativement abordable, variant de quelques centaines à quelques milliers d'euros (2000 à 8000 €).
- L'investissement pour un simulateur procédural haute technicité est beaucoup plus élevé, variant de 40 000 à 250 000 € en moyenne². Il faut y rajouter les coûts liés à la maintenance,

aux pièces à changer, aux équipements annexes nécessaires, aux petits consommables pour les dispositifs synthétiques et basse technicité ; les coûts liés aux assurances logicielles qui peuvent représenter environ un taux de 8 à 15% du coût d'acquisition pour les simulateurs haute technicité. Les mises à jour informatiques, l'entretien du matériel, la gestion prévisionnelle de l'encadrement technique, des ressources humaines, de la logistique et des locaux nécessaires sont également à inclure dans les investissements initiaux et les éventuels plans d'équipement.

Accessibilité

Concernant les simulateurs basse technicité, leur accessibilité devrait être envisagée dès le début des études en santé. La possibilité d'être évalué sur des gestes techniques de base lors des ECOS facultaires et lors des ECOS nationaux renforce la nécessité d'introduire cet apprentissage précocement dans le cursus des étudiants en médecine.

Les internes de chirurgie devraient avoir un accès facilité aux simulateurs basse technicité dès la phase socle pour s'entraîner à la réalisation de gestes techniques de base, en axant la formation sur la répétition du geste : sutures, fixation de drain, immobilisation de membre, sondage urétral, cathéter sus pubien, drainage thoracique. De même, les internes en phase socle de toutes les spécialités chirurgicales devraient pouvoir s'entraîner sur les laparotrainers basse technicité, qui offrent les avantages d'un retour de force réaliste et d'un faible coût. L'exposition aux techniques chirurgicales mini-invasives avec gestion de la caméra améliore les habiletés techniques quelle que soit la spécialité des apprenants de manière significative avec une persistance des acquisitions dans le temps²³.

Concernant les simulateurs haute technicité, les techniques de chirurgie coelioscopiques et coelioscopiques robot-assistées font maintenant partie intégrante des activités chirurgicales auxquelles sont exposés les internes dès le début de leurs cursus au sein de très nombreuses disciplines chirurgicales. Ces données rendent incontournables l'accès à ces appareils pour les internes.

- L'accès aux simulateurs haute technicité doit faire envisager la problématique de l'apprentissage en autonomie des apprenants. Les simulateurs haute technicité permettent un apprentissage diversifié à l'aide d'exercices entraînant des compétences gestuelles de base (manipulation du joystick, manipulation des pédales, manipulation de la caméra, manipulation des énergies, etc.) suivis de la réalisation de gestes plus complexes impliquant des sutures et des dissections. L'intérêt est qu'ils permettent une auto-évaluation et les apprenants peuvent rapidement devenir autonomes. Néanmoins cette « autonomie » ne permet pas de faire l'économie d'un coaching personnalisé qui permet un feedback et une remédiation immédiats afin de mieux comprendre et corriger les erreurs au moins lors des premières sessions. Par

ailleurs, la fragilité et le coût des simulateurs haute technicité doivent rendre prudents les responsables pédagogiques concernant leur accès en « libre-service ». De plus, pour toute activité de simulation, en autonomie ou non, il faut largement privilégier des horaires de formations préférentiels planifiés à l'avance, dans des locaux dédiés à la formation en dehors de toute autre contrainte et compatibles avec la disponibilité des ressources logistiques et pédagogiques en cas de besoin, d'autant que leurs prix plus élevés et la maintenance nécessaire les rendent moins disponibles.

Au total, quelques éléments pratiques et organisationnels peuvent être listés succinctement :

- Tous les centres de formations devraient pouvoir proposer une offre de formation aux gestes chirurgicaux de base en disposant d'un nombre suffisant de simulateurs synthétiques et procéduraux basse technicité ; en favorisant leur utilisation multidisciplinaire et multiprofessionnelle et pour tous les niveaux de formations (initiale -étudiants et internes- et continue).
- Les coûts d'acquisition et d'entretien des simulateurs haute technicité est un facteur limitant pour envisager leurs installations systématiques dans tous les instituts de formation. Il semble logique de regrouper les moyens financiers, humains et logistiques pour cibler les acquisitions dans des centres plus spécialisés dans telle technique au sein de chaque spécialité chirurgicale. Ce type de positionnement doit pouvoir être adapté en fonction des besoins réels de formation, selon les disciplines chirurgicales, les effectifs d'apprenants, au sein de chaque région et interrégion, voire au niveau national.
- Il est intéressant de noter que ce type de mutualisation est déjà pris en compte au sein de l'industrie. De plus en plus de simulateurs haute technicité proposent une plateforme centrale commune et des extensions (numériques et synthétiques) permettant une utilisation multidisciplinaire pour tous les niveaux. Par exemple un simulateur haute technicité permettant l'entraînement en arthroscopie, en coelioscopie digestive et gynécologique et en endoscopie opératoire du bas appareil urinaire masculin.

Place dans la formation

La place de la simulation pour l'apprentissage technique au sein des cursus en chirurgie dès la phase socle fait consensus.

Quelques point clés peuvent mis en avant pour sa mise en œuvre :

-**Les objectifs** de la formation technique doit impérativement s'appuyer sur les référentiels des collèges des spécialités chirurgicales. Des objectifs spécifiques doivent être formulés pour chaque session de façon précise car ils vont influencer directement le choix du simulateur à utiliser. Il faut ainsi déterminer si l'objectif est d'enseigner des gestes techniques de base ou bien s'il s'agit d'appréhender une procédure chirurgicale²⁴.

- **il faut identifier s'il s'agit d'internes en phase socle ou plus avancés dans le cursus.** En phase socle, l'apprentissage des gestes de base devrait être priorisé, sans négliger l'initiation aux gestes plus spécialisés. Il faut s'enquérir du niveau de connaissance et de pratique sur l'objectif visé des internes concernés. Il faut vérifier si la session sera mono disciplinaire ou si on pense élaborer une formation pluridisciplinaire, nécessitant de se focaliser sur des objectifs pédagogiques communs aux disciplines chirurgicales visées (par exemple : entraînement aux gestes techniques de bases en chirurgie polyvalente dans le cadre de l'urgence pour tous les internes en phase socle d'une structure)

- **Le contexte organisationnel dans lequel s'insère la formation pratique doit bien être identifié.** Les programmes de formation pratique sur simulateurs doivent s'intégrer au sein des actions de formation déjà en place sur le plan institutionnel, local, régional ou national : journées de DES de discipline, orientations pédagogiques institutionnelles des UFR, des universités, des structures de soins, avec l'accord et la participation des responsables de disciplines impliquées. S'assurer en amont de la complémentarité et de la synergie de la formation par simulation avec les plannings des formations en cours et des cursus est un facteur important de la pérennité des formations par simulation.

- **L'évaluation de la satisfaction des apprenants et surtout l'évaluation de leurs performances techniques est un point clé de la lisibilité de la formation pratique en chirurgie.** Une reconnaissance institutionnelle est un élément majeur pour la pérennité de la formation, l'évaluation de la performance des apprenants qui assure la traçabilité des actions de formation en simulation chirurgicale en est la pierre angulaire.

Conclusion

- les capacités de prise décision clinique nécessaires pour prendre les décisions adaptées lors des indications opératoires, en peropératoire et à distance,
- Les habiletés relationnelles et de communication qui permettent d'interagir avec les patients, de travailler et coopérer en équipe au bloc et en dehors du bloc opératoire, de gérer des situations à risques, des événements indésirables graves ou exceptionnels,

La simulation en santé a prouvé son utilité pour l'apprentissage et le perfectionnement de l'ensemble de ces habiletés.

Références

1. Guide de bonnes pratiques en matière de simulation en santé. HAS avril 2024. www.has-sante.fr
2. Simulation en santé : réflexions et propositions. Rapport de la Conférence des Doyens de Médecine, 22 novembre 2022. <https://conferencedesdoyensdemedecine.org/simulation-en-sante-reflexions-et-propositions/>
3. Downing SM. Validity: on meaningful interpretation of assessment data. *Med Educ*. 2003;37:830-837.
4. Roche AF, Kavanagh D, McCawley N, O'Riordan JM, Cahir C, Toale C, O'Keeffe D, Lawler T, Condrón CM Collating evidence to support the validation of a simulated laparotomy incision and closure-training model. *Am J Surg* 2024;233:84-89.
5. Borgersen NJ, Naur TMH, Sørensen SMD, Bjerrum F, Konge L, Subhi Y, Thomsen ASS. Gathering Validity Evidence for Surgical Simulation: A Systematic Review. *Ann Surg* 2018;267:1063-1068.
6. Ghaderi I, Manji F, Park YS, et al. Technical skills assessment toolbox: a review using the unitary framework of validity. *Ann Surg* 2015;261:251-262.
7. GTFCS-GUI_Evaluation-Sommative-et-Simulation-en-Sante-Fev2021.pdf. Accessed April 17, 2022. https://sofrasims.org/wp-content/uploads/2021/04/GTFCS-GUI_Evaluation-Sommative-et-Simulation-en-Sante-Fev2021.pdf
8. Martin JA, Regehr G, Reznick R, et al. Objective structured assessment of technical skill (OSATS) for surgical residents. *Br J Surg* 1997;84:273-278.
9. Hatala R, Cook DA, Brydges R, Hawkins R. Constructing a validity argument for the Objective Structured Assessment of Technical Skills (OSATS): a systematic review of validity evidence. *Adv Health Sci Educ Theory Pract* 2015;20:1149-75.
10. Carsuzaa F, Payen C, Gallet P, Favier V. French translation and validation of the OSATS tool for the assessment of surgical skill. *J Visc Surg* 2023 Dec;160(6):402-406

11. Yule S, Flin R, Paterson-Brown S, Maran N, Rowley D. Development of a rating system for surgeons' non-technical skills. *Med Educ* 2006;40(11):1098-1104. doi:10.1111/j.1365-2929.2006.02610
12. Aggarwal R, Crochet P, Dias A, Misra A, Ziprin P, Darzi A. Development of a virtual reality training curriculum for laparoscopic cholecystectomy. *Br J Surg* 2009;96:1086-9.
13. Moglia A, Ferrari V, Morelli L, Ferrari M, Mosca F, Cuschieri A; A systematic review of virtual reality simulators for robot assisted surgery. *Eur Urol* 2016;69:1065-80.
14. Oussi N, Enochsson L, Henningsohn L, Castegren M, Georgiou E, Kjellin A. Trainee Performance After Laparoscopic Simulator Training Using a Blackbox versus LapMentor. *J Surg Res* 2020;250:1-11.
15. Yang K, Hubert N, Perez M, Xing Huan X, Hubert J. From dV-Trainer to Real Robotic Console: The Limitations of Robotic Skill Training. *Surg Educ* 2017;74:1074-1080.
16. Yang C, Kalinitschenko U, Helmert JR, Weitz J, Reissfelder C, Mees ST. Transferability of laparoscopic skills using the virtual reality simulator. *Surg Endosc* 2018;32:4132-4137.
17. Berges AJ, Vedula SS, Malpani A, Chen CCG. Virtual Reality Simulation Has Weak Correlation with Overall Trainee Robot-Assisted Laparoscopic Hysterectomy Performance. *J Minim Invasive Gynecol* 2022;29:507-518.
18. McGaghie WC, Issenberg SB, Barsuk JH, Wayne DB. A critical review of simulation-based mastery learning with translational outcomes. *Med Educ* 2014;48:375-385.
19. Ericsson KA, Harwell KW. Deliberate Practice and Proposed Limits on the Effects of Practice on the Acquisition of Expert Performance: Why the Original Definition Matters and Recommendations for Future Research. *Front Psychol* 2019;10:2396.
20. Société francophone de simulation en santé. Compétences transmises lors des formations courtes : formateurs en simulation en santé. Référentiel. Paris: Sofrasims; 2018.
Mise à jour 2023 référentiel Formations Courtes de Formateurs | SoFraSimS (dernier accès 19/02/2024)
21. Van Sickle KR, Ritter EM, Smith CD. The pretrained novice: using simulation-based training to improve learning in the operating room. *Surg Innov* 2006;13:198-204.
22. Der Sahakian G, Chiniara G, Rivière E. Référentiel 2023 SoFraSimS sur l'élaboration de scénarios de simulation en santé. Scénario de simulation procédurale.
<https://www.sofrasims.org/articles/124231-actualisation-2023-du-referentiel-2018> (dernier accès le 19/02/2024)
23. Bottet B, Selin J, Peillon C, Baste JM, Schwarz L, Reaux-Petel M, Grise P, Sibert L.

Évaluation objective structurée des habiletés techniques des internes de chirurgie en phase socle. Expérience monocentrique portant sur trois cohortes au Medical Training Center de Rouen. *Pédagogie Médicale* 2019;20:163-175

24. Bréaud J, Chevallier D, Benizri E, Fournier JP, Carles M, Delotte J, *et al.* Intégration de la simulation dans la formation des internes en chirurgie. Programme pédagogique du centre de simulation médicale de la faculté de médecine de Nice. *J Chir Viscér* 2012;149:55-63.

7. LA SIMULATION NUMÉRIQUE

COORDINATION : DR MARC-OLIVIER GAUCI (CHIRURGIEN, CHU DE NICE)

ANALYSE CRITIQUE, EFFICACITÉ, ACCESSIBILITÉ, COÛT, PLACE DANS LA FORMATION : QUAND, POUR QUI, COMMENT ? Pr Hervé Thomazeau

SIMULATION NUMÉRIQUE : APPROCHE COGNITIVE. Mme Marie Arminio, Dr Marc-Olivier Gauci

UNE NOUVELLE MÉTHODE D'ENSEIGNEMENT DE LA CHIRURGIE : LA PRATIQUE DÉLIBÉRÉE. Pr Philippe Liverneaux, Dr Thibault Poujade

LA RÉALITÉ VIRTUELLE DANS LA FORMATION PRATIQUE DES OPÉRATEURS. Dr Maxime Ros

COMPAGNONNAGE AUGMENTÉ : INTÉRÊT PÉDAGOGIQUE DE L'UTILISATION COMBINÉE D'UNE PLATEFORME CLOUD (METAVERSE CHIRURGICAL) ET D'UN DISPOSITIF DE REALITÉ MIXTE CONNECTÉ. Dr Marc-Olivier Gauci

CONCLUSION

LA SIMULATION NUMÉRIQUE

ANALYSE CRITIQUE, EFFICACITÉ, ACCESSIBILITÉ, COÛT, PLACE DANS LA FORMATION :
QUAND, POUR QUI, COMMENT ?

PR HERVE THOMAZEAU^{1,2}

1 CHU DE RENNES

2 LABORATOIRE LTSI, INSERM (U1099), UNIVERSITE DE RENNES

L'évolution vers la simulation numérique en chirurgie est inéluctable et son application pédagogique médicale pour la formation non-technique est déjà une réalité. L'objet de ce chapitre est de préciser la place des outils numériques dès lors qu'ils sont destinés à la *formation technique initiale* des étudiants en chirurgie. Il est important que les financeurs, les responsables d'infrastructures de simulation, les formateurs et finalement les étudiants eux-mêmes, aient conscience des indiscutables potentialités de ces outils mais aussi de leurs limites voire de leurs risques.

1. Définitions et analyse critique

La simulation en santé a été définie en 2009 par le service de santé américain comme « *l'utilisation d'un matériel..., de la réalité virtuelle ou d'un patient simulé, pour reproduire des situations ou des environnements de soins, pour enseigner des procédures diagnostiques et thérapeutiques et permettre de répéter des processus, des situations cliniques ou des prises de décision par un professionnel de santé ou une équipe de professionnels* » [1]. Son objectif pour les spécialités techniques est "jamais seul et non préparé la 1^{ère} fois sur le patient" car il y aura toujours une "1^{ère} fois, seul". Les chirurgiens formateurs n'ont pas attendu le numérique pour former par simulation. La répétition d'une intervention sur sujets anatomiques en amphithéâtre date du 16^e siècle et reste la méthode de référence. Elle est qualifiée de simulation *organique* et se pratique sur sujets issus du Don de corps, revitalisés ou non. Mais d'autres outils de simulation non organique, notamment synthétiques et numériques, ont été développés du fait de la complexité croissante et des coûts d'accès à la simulation organique. Ces nouveaux outils sont tous des simulateurs même si l'envahissement de nos vies par le numérique est tel que ce terme de "simulateur" est aujourd'hui trop souvent associé à la seule réalité virtuelle du fait de son impact médiatique et financier (Cf campagne sur le Metavers). En réalité, une maquette synthétique (de type Sawbones™ ou en impression 3D) est également un simulateur, tout autant sinon plus efficace dans l'état actuel des techniques numériques haptiques.

Ce constat fait que malgré un important écho médiatique, le numérique n'occupe à ce jour qu'une place encore réduite dans le spectre de la simulation technique.

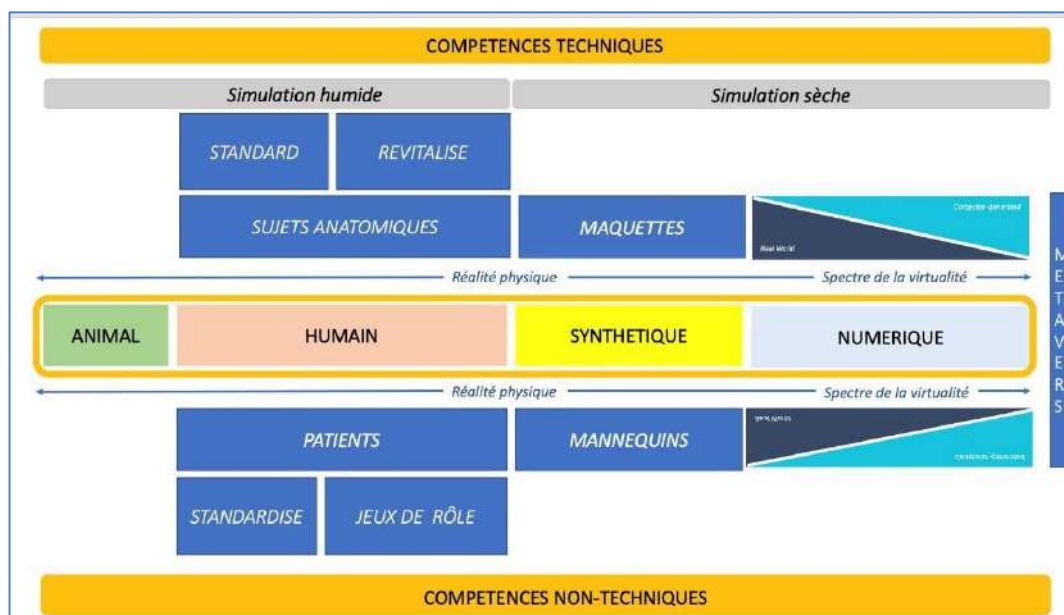


Figure 1 : ensemble des outils de simulation technique et non technique allant de la gauche vers la droite, de la simulation organique (gold standard) aux outils numériques. La place de ceux-ci reste pour l'instant encore minoritaire malgré leur promotion médiatique.

Sur le plan technique et pédagogique, Il n'existe pas un type unique de simulateur numérique mais une série d'outils, ou de situations de simulation numérique, dont la dénomination dépend du pourcentage d'afférences sensorielles numériques destinées à l'apprenant et du contexte de leur utilisation (en centre de simulation ou au bloc opératoire). Le terme de réalité virtuelle doit être réservé aux simulateurs remplaçant tout ou partie de ces afférences sensorielles physiques réelles destinées à l'étudiant par des afférences générées pas un ordinateur et affichées ou transmises par des interfaces aujourd'hui très variables (smartphone, écran 2D, lunettes, casques...). Il n'y a pas de frontière précise dans la typologie des simulateurs qui peuvent combiner des technologies différentes. Ainsi, une image numérique peut être superposée à la réalité par des lunettes définissant la Réalité Augmentée (RA). Inversement, les restitutions visuelles et auditives peuvent se faire de façon prédominante par l'intermédiaire d'un écran 2D sonorisé fixant le regard de l'apprenant et couplée à une maquette synthétique assurant le retour sensorielle haptique pour ses mains. Dans ce cas, qui est celui de la majorité des simulateurs endoscopiques, c'est l'image vue en 2D qui est virtuelle alors que le retour haptique manuelle est produit par l'interaction entre des outils physiques et une maquette synthétique (articulation, pelvis...) définissant la notion de simulateur hybride.

A l'autre extrémité, l'immersion numérique peut être totale par l'utilisation couplée de casques immersifs avec des manettes et ou des pastilles digitales générant une sensation haptique (vibratoires le plus souvent...) et faisant perdre à l'apprenant toute perception sensorielle de l'environnement extérieur en dehors de son contact gravitaire avec le sol. La figure 2 montre que la simulation technique numérique n'est pas faite de cases séparées mais d'un continuum, ou spectre de réalité/virtualité, qui va de gauche à droite de la réalité "vraie" à la virtualité complète.

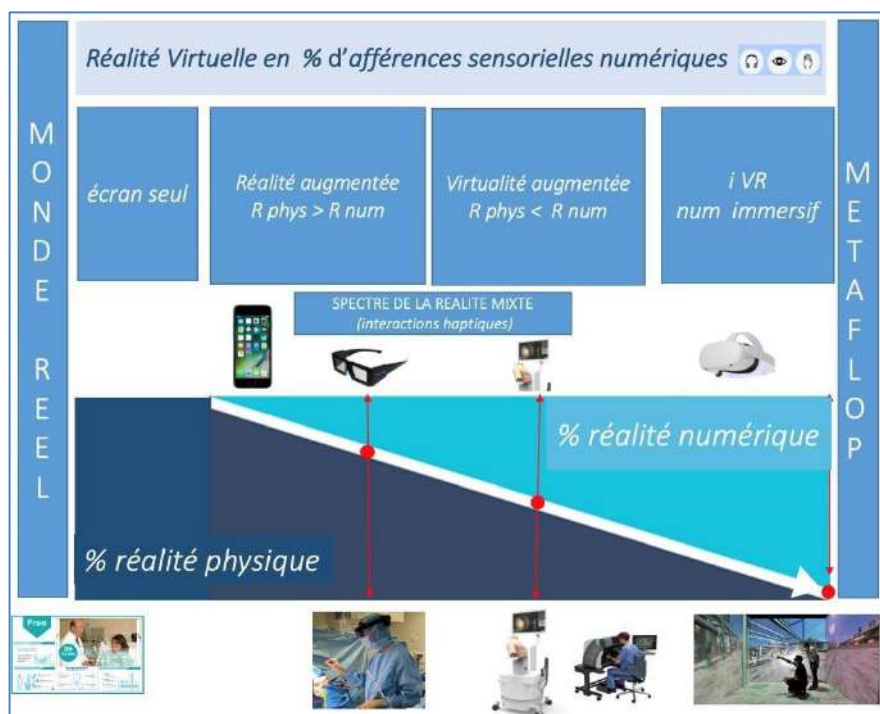


Figure 2 : le spectre de la réalité virtuelle dépend de la quantité de retours sensoriels générés par le numérique allant du monde réel à gauche vers la virtualité complète baptisée ici de façon humoristique de "Metaflop" tant sa supériorité pédagogique n'est pas aujourd'hui démontrée en simulation technique chirurgicale.

Ainsi, et même si les performances des ordinateurs suivent la loi de Moor, des campagnes publicitaires promeuvent l'idée que la simulation "physique" (sujets anatomiques-maquettes) va être rapidement remplacée par la simulation en virtualité numérique. La recherche en validité pédagogique (efficacité des outils) montre qu'il n'en est rien pour l'instant. L'erreur serait donc aujourd'hui d'abandonner la formation classique et son compagnonnage, alors même que l'efficacité pédagogique de la simulation numérique en Santé n'a pas encore été démontrée. Ceci est particulièrement vérifié pour les spécialités caractérisées par un nombre élevé d'actes chirurgicaux, *protéiformes dans leurs interfaces sensorielles* allant par exemple pour l'orthopédie-traumatologie de la microchirurgie à l'arthroscopie en passant la chirurgie traditionnelle (traumatologie, arthroplasties, tumeurs).

2. Efficacité pédagogique de la simulation numérique

La diffusion des outils numériques doit se faire, non par injonctions douteuses et coûteuses à l'achat de simulateurs VR (Virtual Reality), mais par la démonstration de leur efficacité par comparaison aux outils traditionnels de formation initiale (*evidence based simulation*) et par leurs insertions au sein de programmes pédagogiques structurés autour de la pertinence relative de chacun de ces outils (programme technique des Collèges de spécialités).

Cette démonstration s'appuie sur *des méthodologies propres à la recherche en pédagogie* visant

à démontrer dans un premier temps la non-infériorité de la simulation numérique par rapport à la formation technique conventionnelle. L'efficacité d'un outil ou d'une action de simulation s'évalue par gradation de leur performance pédagogique sur l'étudiant et peut être mesurée sur une échelle de valeurs de 4 niveaux et sous la forme d'une pyramide décrite par Kirkpatrick en 1967 (fig. 3) [2].

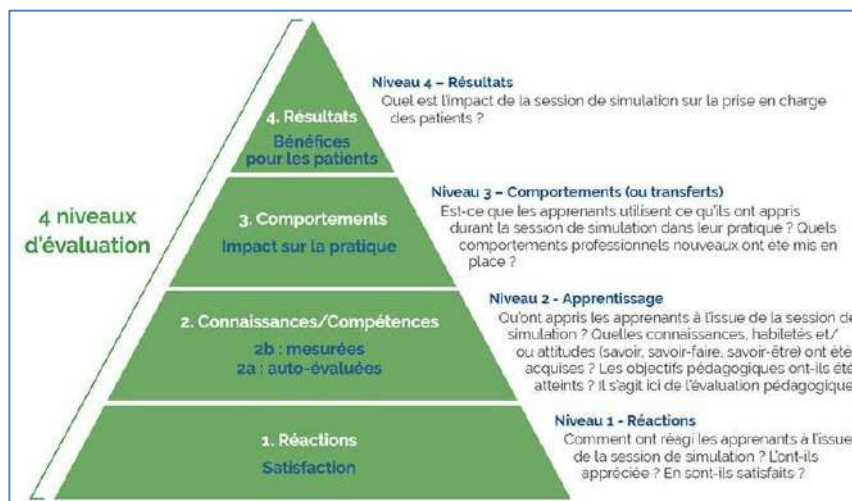


Figure 3 : l'efficacité d'un outil de simulation numérique ne peut être validée que si elle atteint le niveau 3 et dans l'idéal le niveau 4. Moins de 10% des publications sur le sujet atteignent actuellement ces niveaux qui requièrent des études prospectives randomisées avec la constitution (problématique) des groupes contrôles d'étudiants ne bénéficiant pas de l'outil de simulation testé (épreuve en validité de transfert) (avec l'autorisation de la HAS, guide des bonnes pratiques en simulation 2024).

Même si ce schéma date, il a le mérite de présenter un schéma commun permettant d'analyser les centaines d'articles parus sur le sujet de la simulation numérique depuis 20 ans. Il permet de comprendre que les études de niveaux 1 et 2, correspondant à la satisfaction immédiate de l'apprenant et du formateur (validité d'apparence) et à la capacité du simulateur à mesurer et donc à distinguer des étudiants de niveaux différents (validité de contenu). Ces études sont de très loin les plus nombreuses et n'ont en fait qu'une valeur très relative sur l'échelle de démonstration de l'efficacité d'un simulateur. Il faut pour cela atteindre le niveau 3 qui consiste à vérifier le transfert des compétences acquises sur simulateur vers le bloc opératoire (ou, au minimum, vers une situation physique proche du réel telles que des maquettes ou des sujets anatomiques). Les comparaisons doivent se faire entre groupes d'étudiants ayant bénéficié d'entraînements différents et dont l'un des bras comparatifs est numérique. De telles études sont rares, surtout en méthodologies prospectives et randomisées, et ne permettent pas à ce jour de démontrer clairement l'avantage des simulateurs numériques par rapport aux autres outils de simulation technique. Ainsi l'apprentissage de gestes arthroscopiques de base (triangulation ou ménisectomie simple) peut bénéficier de tels simulateurs numériques mais la preuve ne peut pas être établie à ce jour de leur efficacité pour des gestes séquentiels et plus complexes telle qu'une suture digestive manuelle ou un vissage (enchaînement de plusieurs gestes de natures différentes : pincer un tissu, visser une ancre, passer et serrer des fils...). Ces résultats insuffisants sont essentiellement la conséquence de la difficulté à obtenir un retour haptique

réaliste (fidélité du retour de forces) avec des instruments numériques, fussent-ils de haute-technicité. Dans ces cas, la haute-fidélité reste l'apanage de la simulation sur sujets anatomiques, et à un moindre degré des maquettes synthétiques. Quand ces barrières techniques seront franchies, il restera à prouver qu'un tel apprentissage numérique est efficient *pour le patient* en termes de résultats cliniques et *pour les centres hospitaliers* en termes de rentabilité économique ou juridique. Ce niveau 4 de la pyramide est encore très loin d'être atteint par la littérature portant sur la simulation numérique [6].

Aujourd'hui, l'efficacité est validée pour les gestes élémentaires de la chirurgie en générale, tels que l'endoscopie diagnostique ou interventionnelle simple (résection polype ou méniscale...). Elle peut donc être introduite dès la phase socle des DES. A l'inverse, son efficacité diminue avec la capacité des simulateurs numériques à restituer l'haptique liée à l'utilisation d'implants médicaux, de sutures complexes avec serrages de nœuds par exemple. Dans ces situations le recours à la simulation organique ou synthétique reste recommandé ce qui est souvent le cas pour les modules techniques plus complexes de phases d'approfondissement ou de consolidation.

3. Maîtrise Éthique de la simulation numérique

L'introduction de la composante numérique, générant ou recueillant des informations à partir ou vers un ordinateur éventuellement connecté, représente une rupture majeure dans la culture de la simulation et impose une réflexion éthique dépassant largement le cadre habituel.

Ce nouveau cadre est celui de la *Bioéthique* car la visée de la simulation est "la production d'un meilleur apprentissage pour un meilleur soin", incluant donc dans une démarche commune le patient, le formateur et l'apprenant : les objectifs de protection de l'apprenant sont : "*autonomie-information/bienfaisance/non malfaisance/justice distributive*".

. Son autonomie, c'est à dire "*sa capacité à décider pour lui-même*" est menacée. L'apprenant risque de ne plus être guidé vers un outil ou vers une situation de simulation par son formateur, mais d'y être insidieusement conduit par un simple clic sur un lien à l'occasion d'une recherche informatique banale. Ce risque est propre à tous les contenus numériques mais l'implication finale pour le patient impose au minimum une information de l'étudiant sur ce risque, sinon un contrôle de nature bioéthique s'agissant de formation initiale.

. La *bienfaisance* de la simulation numérique doit être constamment interrogée par le formateur en termes d'efficacité pédagogique comme évoquée précédemment, mais sa réflexion ne doit pas se limiter à cela. La tentation numérique est la substitution du formateur, ou du compagnon par la machine, avec 2 risques majeurs qu'il faut maîtriser : 1) l'amointrissement de la relation interpersonnelle directe entre l'apprenant et le formateur dont la caricature est la simulation 3D immersive dans laquelle apprenant et formateur n'échangent plus au travers de stimuli sensoriels normaux. Nul ne peut affirmer aujourd'hui qu'une restitution de type briefing-debriefing puisse se substituer lors de l'apprentissage d'une intervention à un compagnonnage traditionnel, au "pas à pas", dans toutes ses composantes

sensorielles et psychologiques. 2) la tentation de penser que l'acquisition de données numériques de l'apprenant traitées informatiquement par la machine (temps passé, trajectoires gestuelles....) puisse permettre un retour pédagogique fiable de la machine en terme de compétences et de conseils. Cet apprentissage par la machine doit rester aujourd'hui une hypothèse de travail et ne justifie en aucun cas un abandon de l'apprenant à la seule machine dans le postulat non démontré d'un auto-apprentissage. A l'inverse, l'acquisition de données numériques permise par exemple lors de la planification préopératoire d'un geste par l'étudiant peut servir de base à la l'organisation de son apprentissage au laboratoire voire de son accompagnement au bloc opératoire créant une interopérabilité entre le centre de simulation et le bloc opératoire, inexistante ou très limitée jusqu'ici (Réalité Augmentée) [9].

En termes de non-malfaisance, la maîtrise de l'outil numérique passe par le contrôle du "*primum non nocere*" vis à vis de l'apprenant, ou plus simplement exprimé par le fait que le rapport bénéfices/risques du numérique doit être favorable pour celui-ci et, au final, pour le patient. Or, il y a un MAIS, qui est que la virtualité numérique appartient à son créateur, en l'occurrence souvent les industriels pharmaceutiques qui financent le développement de simulateurs VR formant à l'utilisation de leurs implants par exemple (vis, valves...). Ce qui est acceptable pour la formation continue, ne peut pas l'être pour la formation initiale d'un étudiant dont le sens critique ne peut pas encore s'appuyer sur une connaissance aboutie (le diplôme) ou, mieux encore, une réelle expérience clinique contradictoire. Ce monde virtuel peut devenir le lieu (second life) d'une économie dans laquelle pourraient être injectées les données personnelles de compétences ou psychologiques d'un apprenant. Ce risque contredit les principes bioéthiques d'autonomie (l'étudiant ne décide plus pour lui), de bienfaisance (son apprentissage est orienté vers une visée industrielle ou économique), et de non-malfaisance (il perd son maître ou ses pairs de compagnonnage). Certains fabricants de simulateurs ont bien compris ce risque et cherchent aujourd'hui à se démarquer de cette économie numérique qui n'est pas la leur.

. *La justice distributive* repose sur la capacité à dispenser un enseignement de façon équitable à une échelle qui peut aller d'une région, au pays voire au monde entier. Elle passe par les principes énoncés dans le paragraphe suivant.

4. Maîtrise des organisations, des infrastructures et des coûts

La continuité et la pérennité de fonctionnement des simulateurs numériques imposent une permanence humaine et technique qui incite paradoxalement à en concentrer les outils et non à les disperser. Cette concentration est également liée aux coûts d'investissement puis de fonctionnement qu'il faut mieux mutualiser au sein d'infrastructures plus importantes et à la disposition d'un réseau. Ces coûts d'investissement se chiffrent en centaines de Kf pour les simulateurs à poste fixe et en dizaine de Kf pluriannuelle pour leur maintenance et leur mise à jour. Au bloc opératoire, l'utilisation de la réalité augmentée comme outil de planification

pédagogique préopératoire voire de guide per-opératoire, nécessite là encore investissement et compétences des personnels encadrants. Il faut donc concentrer la formation initiale technique dans des infrastructures de simulations (technique et non technique) plutôt que la disperser, ou l'autonomiser en dehors de tout rétrocontrôle (pédagogique et éthique) sur l'étudiant.

En dehors des aspects matériels (équipement), architecturaux, fonctionnels et donc économiques, la maîtrise des outils numériques impose de répondre aux objectifs mais aussi aux contraintes juridiques et éthiques à la fois de la formation initiale et de la formation continue. Ces contraintes sont fixées par les Universités pour les étudiants, et répondent aux recommandations de la Haute Autorité de Santé (2012, actualisation 2023 en cours) [10] et de la Société Scientifique de Simulation (SofraSims) pour les médecins diplômés. Il est souhaitable de les faire converger autour de critères d'accréditation de centres, partagés par tous.

CONCLUSION

En conclusion, la formation technique initiale des étudiants en chirurgie par la simulation numérique n'est que l'un des outils à la disposition des formateurs et au service ultime des patients. Elle doit être préférentiellement concentrée dans des infrastructures garantissant la protection de l'étudiant, du formateur, et du patient vis à vis de la distorsion financière liée à l'économie du numérique.

C'est dans ce contexte matériel, fonctionnel et humain que doivent s'inscrire les Écoles de Chirurgie probablement plus comme entités intégrées que comme infrastructures autonomes.

SIMULATION NUMÉRIQUE : APPROCHE COGNITIVE

DR MARC-OLIVIER GAUCI^{1,2}, MARIE ARMINIO^{2,3}

**1 INSTITUT UNIVERSITAIRE LOCOMOTEUR ET DU SPORT, CHIRURGIE ORTHOPÉDIQUE,
CHU DE NICE,**

2 LABORATOIRE ICARE, INSERM (U1091), IBV, UNIVERSITE COTE D'AZUR

3 LAPCOS, UNIVERSITE COTE D'AZUR

Contexte

Place de la simulation numérique en formation

La simulation numérique intègre depuis maintenant plusieurs années les corpus de formation pratique en santé, notamment en chirurgie¹. Offrant aux apprenants un environnement contrôlé dans lequel perfectionner leurs compétences réduisant ainsi les risques pour les patients. Les dispositifs de réalité augmentée (RA) et de réalité virtuelle (RV) créent des environnements immersifs, favorisant le transfert des compétences acquises aux sessions de formation vers la pratique *in situ*². Dans une récente revue sur l'utilisation de la RA ou de la RV dans la chirurgie de la hanche³, 80% des études incluses concernaient la formation. Ces outils sont déployés dans de nombreuses spécialités comme en chirurgie orthopédique⁴⁻⁶, en urologie², en neurochirurgie⁷, ORL⁸, chirurgie plastique⁹ mais aussi pour la formation aux techniques de laparoscopie¹⁰⁻¹², de chirurgie robotique¹³ ou d'anatomie¹⁴. Les affichages de RA et de RV peut prendre la forme d'une superposition de la main⁶, des gestes¹⁵ ou du bistouri¹⁶ du mentor sur le retour vidéo du mentoré avec un feedback audio, de visualisation de vidéos^{17,18} ou encore l'enregistrement de vidéos avec la présence d'hologrammes¹⁹. L'intelligence artificielle est également mise au service de la formation pratique en chirurgie : Zuluga et al.²⁰ utilisent un algorithme permettant l'annotation automatique et en direct de vidéos, identifiant les étapes chirurgicales et les structures anatomiques clés. Il est néanmoins important de considérer les implications sécuritaires de l'intégration de ces outils dans la formation pratique en chirurgie.

Facteurs humains en chirurgie (général)

Il est essentiel de considérer les facteurs humains comme une des composante de l'amélioration de la prise en charge chirurgicale, comme cela a été le cas en aéronautique²¹. Sockeel²² souligne les similitudes entre ces deux domaines telles que la haute responsabilité, l'obligation de moyen

et la pression du résultat, le travail sous contrainte de temps, la gestion de la fatigue et du stress. A ces facteurs, nous pouvons rajouter la dimension de risque vital²³. Il met en avant l'importance du Crew Resource Management, l'étude des défaillances humaines et de la genèse de l'erreur sur la sécurité. Il est reconnu qu'il existe un lien entre fort les compétences techniques et non techniques en chirurgie²⁴.

Évaluation de la formation en simulation numérique

Évaluation des performances techniques

La formation pratique en chirurgie se concentre particulièrement sur les compétences techniques. De nombreuses évaluations mesurent l'efficacité de la simulation numérique sur les performances des apprenants. Par exemple les échauffements pré-opératoires et l'entraînement en RV ont fait l'objet d'évaluation par le biais des scores OSATS et GEARS^{2,3,25,26}. Le potentiel apport de la RV et/ou de la RA dans l'apprentissage chirurgical a également été mesuré par le temps nécessaire pour effectuer une tâche^{10,15,27}, l'économie de mouvements^{10,28}, le nombre d'erreurs^{10,15,27}, la précision²⁹, l'efficacité^{8,19}, mais également la reconnaissance et la compréhension de l'anatomie^{8,19}. Ces variables sont étroitement liées aux facteurs humains, il est donc désormais incontournable d'étendre ces évaluations au niveau cognitif dans le domaine chirurgical.

Evaluation cognitive

Intérêt de l'évaluation cognitive dans la formation pratique des chirurgiens

L'évaluation de la conscience de la situation, de la prise de décision, de la communication interpersonnels et du travail d'équipe ainsi que du leadership en chirurgie fait l'objet de nombreuses études via l'utilisation de mesures générales des facteurs humain^{30,31}. D'autres variables d'intérêt incluent la coordination et le flux de travail³². Une revue complète par Anderson Montoya et Scerbo³³ recense et catégorise les champs d'application des facteurs humains en chirurgie (Figure 1).



Figure 1 : champs d'application des facteurs humains en chirurgie.

Parmi ces variables, la charge mentale est au premier plan, les chirurgiens dépassant fréquemment les seuils définis par diverses études notamment celle de Yu et al de la Mayo Clinic³⁴. Il est à noter que dans cette étude, ce sont les internes qui atteignent le taux le plus élevé de charge mentale indépendamment du type de chirurgie (ouverte ou mini-invasive). Cependant, il est important de noter qu'une charge mentale faible signifie uniquement que la charge de travail est inférieure par rapport à d'autres situations de charge de travail élevée rencontrées par cet individu et n'est donc pas nécessairement un constat négatif. En théorie, atteindre une charge mentale optimale pour l'équipe chirurgicale peut prévenir la surcharge ou la sous-charge de la capacité mentale de tout membre de l'équipe chirurgicale. C'est l'un des objectifs de la simulation numérique qui doit travailler à mettre à niveau une charge mentale équilibrée entre tous les membres de l'équipe. Une approche globale de l'équipe lors de la simulation est donc à promouvoir.

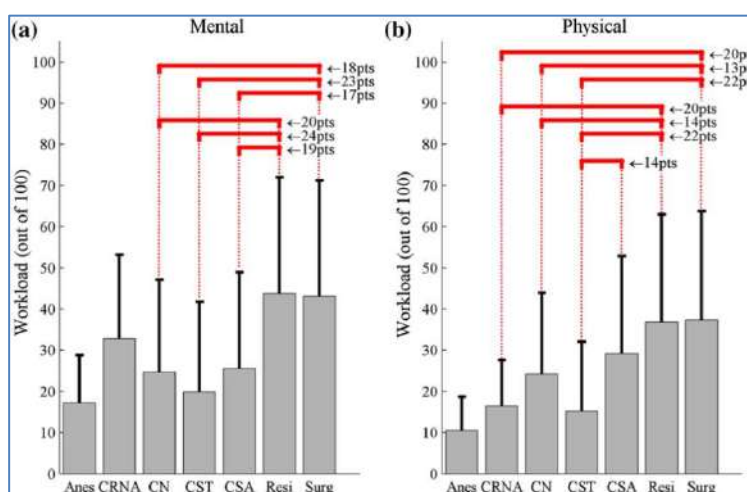


Figure 2 : a) Répartition de la charge mentale, b) Répartition de la charge physique en fonction des postes occupés.

Anes : anesthésiste, CRNA : infirmier anesthésiste, infirmière panseuse (circulante), CST : infirmière instrumentiste (IBODE), CSA : assistant chirurgical, Res : interne, Surg : Chirurgien. Source : Yu et al, World J Surg, 2016.

La distraction est également importante comme l'indiquent les résultats de Göras et al³⁵ montrant qu'un chirurgien passe en moyenne 63.1% de son temps à effectuer plusieurs tâches simultanément. Par ailleurs, une baisse de la charge mentale est associée à l'augmentation des attitudes de distraction³⁴ (conversation non appropriée). Il est donc important de considérer que les technologies du numérique viennent perturber en profondeur les équilibres en place dans l'équipe et doivent être évalués avant d'être projetées en utilisation courante dans une équipe a fortiori vulnérable ou sur une intervention complexe. En France des structures comme le Stan Institute sont spécialisées dans la formation en chirurgie robotique avec une expertise en gestion de risques par l'étude des facteurs humains.

Indicateurs de performances cognitive des chirurgiens : Quels scores et comment les utiliser ?

Dans leur revue sur les facteurs humains en chirurgie, Anderson Montoya et Scerbo³³ soulignent que les mesures, que ce soit de la charge mentale (CM) ou de la conscience de la situation (CS) doivent être appropriées aux tâches en fonction de 3 critères : sensibilité, diagnosticité et l'intrusivité. Les mesures de CM ou la CS incluent des mesures subjectives (NASA-TLX³⁶, ICA³⁷, SART³⁸), de la performance (à la tâche primaire ou secondaire³⁹), et physiologiques. Pour la CS il existe également des enquêtes en temps réel (SPAM⁴⁰), des enquêtes basées sur l'interruption de la tâche (SAGAT⁴¹) et des évaluations par un observateur⁴². Chaque type de mesure a ses avantages et ses inconvénients en fonction de la tâche ; par exemple, les mesures de performance ne tiennent pas compte des aspects individuels comme l'effort cognitif fourni pour atteindre un même résultat chez deux personnes d'expertise différente⁴³. La neurophysiologie (IRMf, EEG⁴⁴, fNIRS) est largement utilisée pour surveiller les état cognitifs comme la charge mentale⁴⁵, la fatigue⁴⁶, le contrôle exécutif de l'attention⁴⁷ au cours de la formation en chirurgie. Les niveaux d'activation ou la connectivité fonctionnelle au niveau du cortex préfrontal (CPF) sont particulièrement étudiés, car ils sont associés aux fonctions exécutives⁴⁸. Par exemple Khoe et al⁴⁹ considèrent la NIRS fonctionnelle comme un outil pertinent dans la surveillance de l'apprentissage laparoscopique en utilisant l'atténuation de l'activation du CPF comme critère de maîtrise. Bahrami et al⁵⁰ ont créé un simulateur pour la formation à la chirurgie laparoscopique compatible avec l'IRM pour faciliter la surveillance de l'apprentissage pratique. Pour surmonter les limitations de mouvements associées à l'utilisation

de l'EEG en chirurgie, Morales et al⁴⁵ utilisent un EEG mobile. Ces techniques permettent une analyse plus fine des processus impliqués dans l'apprentissage de tâches complexes telles que la chirurgie. Il est également possible de surveiller l'apprentissage avec des outils neuropsychologiques⁵¹ comme l'évaluation du raisonnement général (intelligence fluide) ou des habiletés spatiales en lien avec les performances⁵¹. Des mesures subjectives de la charge cognitive peuvent notamment être utilisée pour suivre l'apprentissage en endoscopie, colonoscopie ou laparoscopie^{36,52}. Forbes et al⁵³, relèvent que de nombreux programmes de formation se basent encore sur le nombre de procédures comme une métrique de la compétence et qu'il est important d'envisager des mesures plus complètes. Une évaluation cognitive permettrait de surveiller les paliers de maîtrise des compétences et d'adapter les programmes de formation. Mohamed et al⁵² recommandent par exemple d'utiliser des instructions orales standardisées pour guider la position d'un scope chirurgical pour réduire l'afflux d'informations données par le tuteur pour réduire la charge cognitive des chirurgiens apprenants. Concernant l'évaluation de la charge mentale par performance à double tâche, il est important de superposer la tâche secondaire dans le champ visuel de la tâche primaire⁵⁴, afin de mobiliser les mêmes ressources attentionnelles, comme recommandé par le modèle des ressources multiples⁵⁵ augmentant ainsi la sensibilité de la mesure. L'utilisation de la réalité mixte peut représenter un réel atout dans le développement de ce type de tâches. Attention cependant à l'effet d'aveuglement attentionnel observé par Dixon et al⁵⁶ amplifié par l'utilisation de la RA. Une étude préliminaire menée au CHU de Nice sur l'impact de la RM au bloc opératoire révèle une diminution de charge externe³⁷ du chirurgien et une augmentation de la fréquence des distractions⁵⁷ de l'équipe chirurgicale chez le groupe RM comparé au groupe contrôle. Ces résultats appuient l'importance de l'approche psychologique pour optimiser l'utilisation des dispositifs innovants dans la formation (Figure 3).

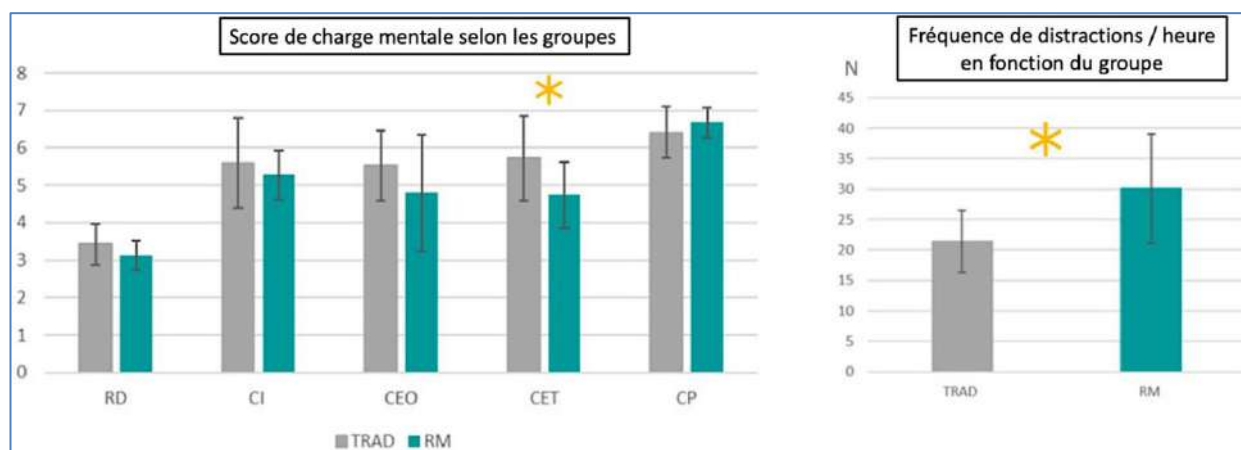


Figure 3 : Comparaison des évaluations cognitive des chirurgiens utilisant ou non la réalité.

mixte pendant des interventions de traumatologie (*Données non publiées, CHU de Nice – Equipe ICARE, Inserm, Nice*)

*RD = Ressources Disponibles ; CI = Charge intrinsèque; CEO = Charge externe Organisationnelle; CET = Charge Externe Temporelle; CP = Charge Pertinente. * =différence significative*

Il est également important de prendre en compte l'interaction entre les états émotionnels et l'apprentissage en chirurgie⁵⁸. Pour une approche approfondie intégrant la théorie de la charge cognitive et l'apprentissage complexe, les travaux de Van Merriënboer⁴³ sont particulièrement intéressants, notamment pour la création de contenus de formation.

Place dans la formation pratique et perspectives

Comme évoqué précédemment, des techniques d'imagerie cérébrale (IRMf) de neurophysiologie (EEG, fNIRS), neuropsychologiques⁵¹ (Mental rotation test⁵⁹, Visualization of views⁶⁰, Matrices de Raven⁶¹, Differential Aptitude Test battery⁶²) peuvent être utilisées au service de la formation pratique en chirurgie, y compris dans le contexte de la formation au numérique. Il est en effet indispensable de considérer la formation « par le numérique » et la formation « au numérique ». Ces méthodes offrent une approche scientifique et un suivi précis de l'apprentissage pour en optimiser les bénéfices. Stefanidis et al.⁶³ ont développé un programme de formation permettant d'optimiser les capacités d'attention soutenue et sélective dans le cadre de la formation chirurgicale par simulation, un travail similaire doit être mené et considéré dans l'approche cognitive des outils numériques. L'application des connaissances de psychologie cognitive permettent également de favoriser les performances chirurgicales en automatisant la pratique grâce à l'utilisation de tâches secondaires et à l'entraînement prolongé en simulation⁶⁴. L'étude de la genèse des erreurs étant indispensable dans l'apprentissage, Sockeel²² signale néanmoins que les aspects médico-légaux demeurent très présentes à l'esprit des chirurgiens dans leur pratique, ce qui peut compliquer l'analyse des facteurs individuels et organisationnels associés aux événements indésirables.

Conclusion

Il est désormais indispensable d'intégrer la sensibilisation, la formation et l'évaluation des facteurs humains dès la formation pratique en chirurgie dans une approche intégrative de l'équipe dans son contexte de travail (bloc opératoire simulé ou réel). En particulier, les

nouvelles technologies du numériques sont à la fois un nouveau domaine à explorer pour optimiser leur utilisation au bloc opératoire mais du fait qu'elles produisent elles-mêmes des données directement, il faut saisir l'opportunité de les utiliser comme outil de compréhension et d'évaluation de la performance cognitive de l'équipe chirurgicale dans sa globalité.

Bibliographie

1. Zhu E, Hadadgar A, Masiello I, Zary N. Augmented reality in healthcare education: an integrative review. *PeerJ*. 2014;2:e469. doi:10.7717/peerj.469
2. Lucas SM, Zeltser IS, Bensalah K, et al. Training on a Virtual Reality Laparoscopic Simulator Improves Performance of an Unfamiliar Live Laparoscopic Procedure. *J Urol*. 2008;180(6):2588-2591. doi:10.1016/j.juro.2008.08.041
3. Sun P, Zhao Y, Men J, et al. Application of Virtual and Augmented Reality Technology in Hip Surgery: Systematic Review. *J Med Internet Res*. 2023;25:e37599. doi:10.2196/37599
4. Cofano F, Di Perna G, Bozzaro M, et al. Augmented Reality in Medical Practice: From Spine Surgery to Remote Assistance. *Front Surg*. 2021;8:657901. doi:10.3389/fsurg.2021.657901
5. Mandal P, Ambade R. Surgery Training and Simulation Using Virtual and Augmented Reality for Knee Arthroplasty. *Cureus*. Published online September 6, 2022. doi:10.7759/cureus.28823
6. Ponce BA, Jennings JK, Clay TB, May MB, Huisinigh C, Sheppard ED. Telementoring: Use of Augmented Reality in Orthopaedic Education: AAOS Exhibit Selection. *J Bone Jt Surg*. 2014;96(10):e84. doi:10.2106/JBJS.M.00928
7. Hassan AE, Desai SK, Georgiadis AL, Tekle WG. Augmented reality enhanced teleproctoring platform to intraoperatively support a neuro-endovascular surgery fellow. *Interv Neuroradiol*. 2022;28(3):277-282. doi:10.1177/15910199211035304
8. Vyas RM, Sayadi LR, Bendit D, Hamdan US. Using Virtual Augmented Reality to Remotely Proctor Overseas Surgical Outreach: Building Long-Term International Capacity and Sustainability. *Plast Reconstr Surg*. 2020;146(5):622e-629e. doi:10.1097/PRS.00000000000007293
9. Khoong YM, Luo S, Huang X, et al. The application of augmented reality in plastic surgery training and education: A narrative review. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2023;82:255-263. doi:10.1016/j.bjps.2023.04.033
10. Grantcharov TP, Kristiansen VB, Bendix J, Bardram L, Rosenberg J, Funch-Jensen P. Randomized clinical trial of virtual reality simulation for laparoscopic skills training. *Br J Surg*. 2004;91(2):146-150. doi:https://doi.org/10.1002/bjs.4407
11. Hart R, Karthigasu K. The benefits of virtual reality simulator training for laparoscopic surgery. *Curr Opin Obstet Gynecol*. 2007;19(4):297-302. doi:10.1097/GCO.0b013e328216f5b7
12. Hogle NJ, Widmann WD, Ude AO, Hardy MA, Fowler DL. Does Training Novices to Criteria and Does Rapid Acquisition of Skills on Laparoscopic Simulators Have Predictive Validity or Are We Just Playing Video Games? *J Surg Educ*. 2008;65(6):431-435. doi:10.1016/j.jsurg.2008.05.008
13. Patel E, Mascarenhas A, Ahmed S, et al. Evaluating the ability of students to learn and

- utilize a novel telepresence platform, Proximie. *J Robot Surg.* 2022;16(4):973-979. doi:10.1007/s11701-021-01330-4
14. Moro C, Štromberga Z, Raikos A, Stirling A. The effectiveness of virtual and augmented reality in health sciences and medical anatomy. *Anat Sci Educ.* 2017;10(6):549-559. doi:10.1002/ase.1696
 15. Vera AM, Russo M, Mohsin A, Tsuda S. Augmented reality telementoring (ART) platform: a randomized controlled trial to assess the efficacy of a new surgical education technology. *Surg Endosc.* 2014;28(12):3467-3472. doi:10.1007/s00464-014-3625-4
 16. Liu P, Li C, Xiao C, et al. A Wearable Augmented Reality Navigation System for Surgical Telementoring Based on Microsoft HoloLens. *Ann Biomed Eng.* 2021;49(1):287-298. doi:10.1007/s10439-020-02538-5
 17. Lia H, Paulin G, Yeo CT, et al. HoloLens in suturing training. In: *Medical Imaging 2018: Image-Guided Procedures, Robotic Interventions, and Modeling.* Vol 10576. SPIE; 2018:544-550. doi:10.1117/12.2293934
 18. Schoeb DS, Schwarz J, Hein S, et al. Mixed reality for teaching catheter placement to medical students: a randomized single-blinded, prospective trial. *BMC Med Educ.* 2020;20(1):510. doi:10.1186/s12909-020-02450-5
 19. Galati R, Simone M, Barile G, De Luca R, Cartanese C, Grassi G. Experimental Setup Employed in the Operating Room Based on Virtual and Mixed Reality: Analysis of Pros and Cons in Open Abdomen Surgery. *J Healthc Eng.* 2020;2020:1-11. doi:10.1155/2020/8851964
 20. Zuluaga L, Rich JM, Gupta R, et al. AI-powered real-time annotations during urologic surgery: The future of training and quality metrics. *Urol Oncol Semin Orig Investig.* Published online 2024. doi:10.1016/j.urolonc.2023.11.002
 21. Cadre B, Dubey G, Thierry B, Simon F. Réinventer les facteurs humains aéronautiques en chirurgie cervico-faciale. *Ann Fr Oto-Rhino-Laryngol Pathol Cervico-Faciale.* 2023;140(2):65-66. doi:10.1016/j.aforl.2022.06.003
 22. Sockeel P, Chatelain E, Massoure MP, David P, Chapellier X, Buffat S. Les chirurgiens peuvent apprendre des pilotes : place du facteur humain en chirurgie. *J Chir (Paris).* 2009;146(3):250-255. doi:10.1016/j.jchir.2009.06.011
 23. Amalberti R. *La Conduite de Systèmes à Risques.* 1re éd. Presses universitaires de France; 1996.
 24. Brunckhorst O, Shahid S, Aydin A, et al. MP23-05 IS THERE A CORRELATION BETWEEN TECHNICAL SKILLS AND NON-TECHNICAL SKILLS PERFORMANCE WITHIN URETEROSCOPY? *J Urol.* 2015;193(4S). doi:10.1016/j.juro.2015.02.1248
 25. Calatayud D, Arora S, Aggarwal R, et al. Warm-up in a Virtual Reality Environment Improves Performance in the Operating Room. *Ann Surg.* 2010;251(6):1181-1185. doi:10.1097/SLA.0b013e3181deb630
 26. Al Janabi HF, Aydin A, Palaneer S, et al. Effectiveness of the HoloLens mixed-reality headset in minimally invasive surgery: a simulation-based feasibility study. *Surg Endosc.* 2020;34(3):1143-1149. doi:10.1007/s00464-019-06862-3
 27. Rojas-Muñoz E, Cabrera ME, Lin C, et al. The System for Telementoring with Augmented Reality (STAR): A head-mounted display to improve surgical coaching and confidence in remote areas. *Surgery.* 2020;167(4):724-731. doi:10.1016/j.surg.2019.11.008
 28. Aggarwal R, Warren O, Darzi A. Mental Training in Surgical Education: A Randomized Controlled Trial. *Ann Surg.* 2007;245(6):1002. doi:10.1097/SLA.0b013e31805d0893
 29. Andersen D, Popescu V, Cabrera ME, et al. An Augmented Reality-Based Approach for Surgical Telementoring in Austere Environments. *Mil Med.* 2017;182(S1):310-315. doi:10.7205/MILMED-D-16-00051
 30. Yule S, Flin R, Paterson-Brown S, Maran N, Rowley D. Development of a rating system for surgeons' non-technical skills. *Med Educ.* 2006;40(11):1098-1104. doi:10.1111/j.1365-

2929.2006.02610.x

31. Flin R, Martin L, Goeters KM, Hörmann HJ, Amalberti R, Nijhuis H. Development of the NOTECHS (non-technical skills) system for assessing pilots' CRM skills.
32. Catchpole K, Cohen T, Alfred M, et al. Human Factors Integration in Robotic Surgery. *Hum Factors*. Published online March 5, 2022;187208211068946. doi:10.1177/00187208211068946
33. Anderson-Montoya BL, Scerbo MW. Human Factors Psychology in Surgery. In: Stefanidis D, Korndorffer JR, Sweet R, eds. *Comprehensive Healthcare Simulation: Surgery and Surgical Subspecialties*. Comprehensive Healthcare Simulation. Springer International Publishing; 2019:153-167. doi:10.1007/978-3-319-98276-2_14
34. Yu D, Lowndes B, Thiels C, et al. Quantifying Intraoperative Workloads Across the Surgical Team Roles: Room for Better Balance? *World J Surg*. 2016;40(7):1565-1574. doi:10.1007/s00268-016-3449-6
35. Göras C, Olin K, Unbeck M, et al. Tasks, multitasking and interruptions among the surgical team in an operating room: a prospective observational study. *BMJ Open*. 2019;9(5):e026410. doi:10.1136/bmjopen-2018-026410
36. Hart SG, Staveland LE. Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of Empirical and Theoretical Research. In: *Advances in Psychology*. Vol 52. Elsevier; 1988:139-183. doi:10.1016/S0166-4115(08)62386-9
37. Galy E. A multidimensional scale of mental workload evaluation based on Individual-Workload- Activity (IWA) model: Validation and relationships with job satisfaction. *Quant Methods Psychol*. 2020;16(3):240-252. doi:10.20982/tqmp.16.3.p240
38. Taylor RM. Situational Awareness Rating Technique (Sart): The Development of a Tool for Aircrew Systems Design. In: *Situational Awareness*.
39. Ogden GD, Levine JM, Eisner EJ. Measurement of Workload by Secondary Tasks. *Hum Factors J Hum Factors Ergon Soc*. 1979;21(5):529-548. doi:10.1177/001872087902100502
40. Durso FT, Truitt TR, Hackworth, et al. Expertise and chess: Comparing Situation Awareness methodologies. In: ; 1995.
41. Endsley MR. Situation awareness global assessment technique (SAGAT). In: *Proceedings of the IEEE 1988 National Aerospace and Electronics Conference*. IEEE; 1988:789-795. doi:10.1109/NAECON.1988.195097
42. Sevdalis N, Davis R, Koutantji M, Undre S, Darzi A, Vincent CA. Reliability of a revised NOTECHS scale for use in surgical teams. *Am J Surg*. 2008;196(2):184-190. doi:10.1016/j.amjsurg.2007.08.070
43. Van Merriënboer JJG, Sweller J. Cognitive Load Theory and Complex Learning: Recent Developments and Future Directions. *Educ Psychol Rev*. 2005;17(2):147-177. doi:10.1007/s10648-005-3951-0
44. Balkhoyor AM, Awais M, Biyani S, et al. Frontal theta brain activity varies as a function of surgical experience and task error. *BMJ Surg Interv Health Technol*. 2020;2(1):e000040. doi:10.1136/bmjst-2020-000040
45. Morales JM, Ruiz-Rabelo JF, Diaz-Piedra C, Di Stasi LL. Detecting Mental Workload in Surgical Teams Using a Wearable Single-Channel Electroencephalographic Device. *J Surg Educ*. 2019;76(4):1107-1115. doi:10.1016/j.jsurg.2019.01.005
46. Ndaro NZ, Wang SY. Effects of Fatigue Based on Electroencephalography Signal during Laparoscopic Surgical Simulation. *Minim Invasive Surg*. 2018;2018:1-6. doi:10.1155/2018/2389158
47. Kamat A, Makled B, Norfleet J, et al. Directed information flow during laparoscopic surgical skill acquisition dissociated skill level and medical simulation technology. *Npj Sci Learn*. 2022;7(1):19. doi:10.1038/s41539-022-00138-7
48. Friedman NP, Robbins TW. The role of prefrontal cortex in cognitive control and

- executive function. *Neuropsychopharmacology*. 2022;47(1):72-89. doi:10.1038/s41386-021-01132-0
49. Khoe HCH, Low JW, Wijerathne S, et al. Use of prefrontal cortex activity as a measure of learning curve in surgical novices: results of a single blind randomised controlled trial. *Surg Endosc*. 2020;34(12):5604-5615. doi:10.1007/s00464-019-07331-7
 50. Bahrami P, Schweizer TA, Tam F, Grantcharov TP, Cusimano MD, Graham SJ. Functional MRI-compatible laparoscopic surgery training simulator. *Magn Reson Med*. 2011;65(3):873-881. doi:10.1002/mrm.22664
 51. Keehner M, Lippa Y, Montello DR, Tendick F, Hegarty M. Learning a spatial skill for surgery: how the contributions of abilities change with practice. *Appl Cogn Psychol*. 2006;20(4):487-503. doi:10.1002/acp.1198
 52. Mohamed R, Raman M, Anderson J, McLaughlin K, Rostom A, Coderre S. Validation of the National Aeronautics and Space Administration Task Load Index as a tool to evaluate the learning curve for endoscopy training. *Can J Gastroenterol Hepatol*. 2014;28(3):155-159. doi:10.1155/2014/892476
 53. Forbes N, Mohamed R, Raman M. Learning curve for endoscopy training: Is it all about numbers? *Best Pract Res Clin Gastroenterol*. 2016;30(3):349-356. doi:10.1016/j.bpg.2016.04.003
 54. Scerbo MW, Kennedy RA, Montano M, Britt RC, Davis SS, Stefanidis D. A Spatial Secondary Task for Measuring Laparoscopic Mental Workload: Differences in Surgical Experience. *Proc Hum Factors Ergon Soc Annu Meet*. 2013;57(1):728-732. doi:10.1177/1541931213571159
 55. Wickens CD. Multiple resources and performance prediction. *Theor Issues Ergon Sci*. 2002;3(2):159-177. doi:10.1080/14639220210123806
 56. Dixon BJ, Daly MJ, Chan H, Vescan AD, Witterick IJ, Irish JC. Surgeons blinded by enhanced navigation: the effect of augmented reality on attention. *Surg Endosc*. 2013;27(2):454-461. doi:10.1007/s00464-012-2457-3
 57. Healey AN, Primus CP, Koutantji M. Quantifying distraction and interruption in urological surgery. *Qual Saf Health Care*. 2007;16(2):135-139. doi:10.1136/qshc.2006.019711
 58. Babchenko O, Garland CB, Bentz ML, Poore SO. Psychological Theory as It Applies to Surgical Training. *Ann Surg*. 2019;269(5):812-814. doi:10.1097/SLA.0000000000003180
 59. Vandenberg SG, Kuse AR. Mental Rotations, a Group Test of Three-Dimensional Spatial Visualization. *Percept Mot Skills*. 1978;47(2):599-604. doi:10.2466/pms.1978.47.2.599
 60. Eliot J, Macfarlane Smith I, Smith IM. *An International Directory of Spatial Tests*. NFER-Nelson; 1983.
 61. John, Raven J. Raven Progressive Matrices. In: McCallum RS, ed. *Handbook of Nonverbal Assessment*. Springer US; 2003:223-237. doi:10.1007/978-1-4615-0153-4_11
 62. Bennett GK, Seashore HG, Wesman AG. THE DIFFERENTIAL APTITUDE TESTS: An Overview. *Pers Guid J*. 1956;35(2):81-91. doi:10.1002/j.2164-4918.1956.tb01710.x
 63. Stefanidis D, Anton NE, McRary G, et al. Implementation results of a novel comprehensive mental skills curriculum during simulator training. *Am J Surg*. 2017;213(2):353-361. doi:10.1016/j.amjsurg.2016.06.027
 64. Stefanidis D, Scerbo MW, Montero PN, Acker CE, Smith WD. Simulator Training to Automaticity Leads to Improved Skill Transfer Compared With Traditional Proficiency-Based Training: A Randomized Controlled Trial. *Ann Surg*. 2012;255(1):30-37. doi:10.1097/SLA.0b013e318220ef31

11. UNE NOUVELLE MÉTHODE D'ENSEIGNEMENT DE LA CHIRURGIE : LA PRATIQUE DÉLIBÉRÉE

Partie 1 : Rationnel de la pratique délibérée et de son utilisation

dans le cadre de la formation chirurgicale initiale

Pr Philippe Liverneaux^{1,2}

¹Department of Hand Surgery, Strasbourg University Hospitals, FMTS, 1 avenue Molière, 67200 Strasbourg, France

²ICube CNRS UMR7357, Strasbourg University, 2-4 rue Boussingault, 67000 Strasbourg, France

L'erreur médicale est la troisième cause de mortalité dans les pays développés [1].

Dans sa forme actuelle, la formation médicale initiale et continue ne permet pas d'y remédier.

Concernant la formation initiale, la diminution du temps de travail des internes a eu pour effet d'altérer la performance chirurgicale sans pour autant diminuer les erreurs liées à la fatigue [2].

Concernant la formation continue, des recherches récentes ont confirmé que des personnes très expérimentées ne sont pas forcément plus compétentes que des personnes peu expérimentées.

C'est ce qu'on appelle le piège de l'expérience : certains deviennent même moins compétents avec la simple expérience. La pratique seule n'est donc pas la clef de la performance.

Dans ces conditions, il est impératif de mettre en œuvre des moyens de formation complémentaires au compagnonnage et à la simple expérience afin de répondre à cet objectif de santé publique qu'est l'amélioration de la performance chirurgicale.

De nombreuses disciplines non médicales utilisent depuis longtemps la pratique délibérée afin d'améliorer leur performance [3]. Elle consiste à définir un objectif et à faire preuve de motivation pour l'atteindre.

L'apprenant doit recevoir un feedback sur ses résultats, ce qui permet de mettre en lumière ses points faibles et de trouver des pistes d'amélioration grâce à un expert extérieur. L'exercice doit être répété de nombreuses fois jusqu'à atteindre l'objectif. Ce processus d'apprentissage, qui a fait ses preuves en sport, en musique et aux échecs, nécessite un investissement personnel intense.

En sport, la pratique délibérée s'applique par exemple à un sprinter dont l'objectif est d'améliorer sa performance au départ de la course. Son entraîneur filme les 20 premiers mètres de la course et analyse plusieurs données : la poussée dans les plots de départ, l'accélération dans les 2 premières secondes, la cinétique et la distance entre chaque pas.

L'entraîneur repère les points d'amélioration et propose des exercices permettant d'augmenter la performance du sportif. La répétition des exercices permet progressivement d'atteindre l'objectif.

En musique, un violoniste qui apprend un nouveau morceau commence par se représenter mentalement la mélodie qu'il souhaite produire. Il joue ensuite le morceau sur son instrument. Puis il écoute l'enregistrement avec son maître qui formule des critiques et propose des corrections. Enfin, il rejoue le morceau jusqu'à obtenir le résultat attendu.

Les joueurs d'échec de niveau mondial s'appuient sur des logiciels de résolution pour perfectionner leurs techniques.

Aujourd'hui, les chirurgiens pratiquent simplement la chirurgie. Ils ne mesurent pas leur performance, ne cherchent pas à améliorer leurs faiblesses, n'ont pas de feedback sur leur pratique, ne demandent pas l'avis d'un expert. Ils opèrent, voilà tout. L'expérience fera le reste, du moins le croient-ils.

Il est communément admis que la durée minimum de pratique délibérée pour devenir un expert dans n'importe quel domaine est de 10000 heures[3]. C'est cette durée qu'un violoniste professionnel atteint à l'âge de 20 ans après 15 ans de pratique (Figure 1).

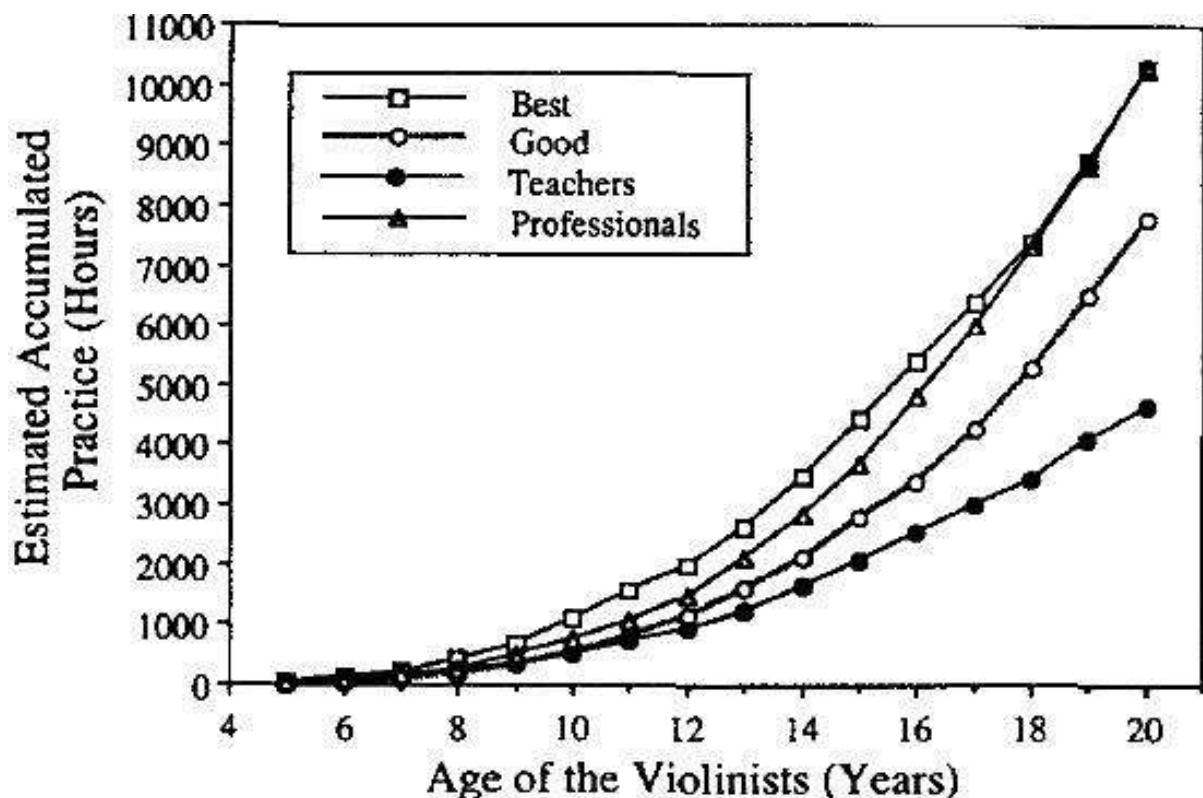
Figure 1 : Impact de la pratique délibérée dans l'acquisition d'une performance. (Source : Ericsson et al, Psychological review, 2015)

Un interne en chirurgie est supposé devenir autonome à la fin d'une formation de plusieurs années. Or, il est loin d'être un expert en chirurgie. Pourquoi ?

La première raison est qu'il commence sa formation en chirurgie très tard, en moyenne à 24 ans, après 6 ans d'études de médecine, au cours desquelles il n'a aucun contact avec la chirurgie ou presque. Lorsqu'il commence son internat, il est un parfait novice.

La seconde raison est liée à la qualité plus qu'à la durée de la formation. La durée maximum légale de travail hebdomadaire est de 48 heures dans l'Union Européenne et de 80 heures aux USA.

Considérant 48 semaines de travail par an pendant 5 ans, un interne accomplit environ 11 520 heures de travail dans l'Union Européenne et 19 200 aux US.



A. Mais ce n'est pas parce qu'un interne assiste plusieurs dizaines de fois à la même intervention qu'il sera capable de la reproduire. En fait, la durée réelle de pratique délibérée durant l'internat est extrêmement réduite, voire inexistante.

A l'instar du sport, de la musique et des échecs, la pratique délibérée pourrait devenir une excellente méthode de formation initiale et continue des chirurgiens, sans exclure le compagnonnage ni la simple expérience.

Certains auteurs ont amélioré la performance de chirurgiens juniors qui opéraient des fractures du radius distal. La première étape a consisté à filmer leurs opérations, la seconde à leur attribuer un score OSATS (Objective Structured Assessment of Technical Skills), la troisième à leur rendre un feedback de leurs erreurs, et la dernière à leur donner des pistes d'amélioration. Cette étude a fait passer ces chirurgiens du niveau 3 au niveau 5 (maximum) de performance [4].

CONCLUSION

En conclusion, les chirurgiens doivent s'emparer de la pratique délibérée afin d'améliorer leur performance et diminuer le risque opératoire.

PARTIE 2 : OPTIMISATION DE LA FORMATION CHIRURGICALE PAR LA PRATIQUE DÉLIBÉRÉE

AVEC DES OUTILS NUMÉRIQUES INNOVANTS DANS UN CENTRE D'ENSEIGNEMENT CHIRURGICAL

DR THIBAUT POUJADE¹

¹ **Skylab, centre d'enseignement chirurgical,
5 rue de la Pâtière 44115 Haute-Goulaine, France**

La formation chirurgicale continue est un impératif avec l'hyperspécialisation croissante des pratiques et le développement des procédures mini-invasives. Le temps dédié à la formation continue étant compté, il a été choisi d'utiliser la méthode de pratique délibérée en l'adaptant à ces contraintes pour optimiser la courbe d'apprentissage de différentes techniques chirurgicales au sein du centre d'enseignement chirurgical Skylab.

Si cette pratique n'est pas nouvelle elle souffrait jusqu'à présent de la difficulté à être déployée à une grande échelle sur toutes les interventions chirurgicales existantes. Afin de pallier cette insuffisance et de permettre aux chirurgiens en formation de pouvoir bénéficier d'une méthodologie d'apprentissage qui a fait ses preuves, nous proposons une approche originale consistant à utiliser les technologies du numérique pour venir garantir son déploiement.

Les chirurgiens seniors souhaitant apprendre ou se perfectionner à une nouvelle technique chirurgicale sont habituellement présents pendant deux journées, une utilisation classique de pratique délibérée est donc impossible. Voici un cours descriptif des étapes mise en place chez Skylab.

1. Séquençage et définition des OSATs

La première étape consiste pour chaque intervention chirurgicale, à séquencer par un groupe d'experts, l'intervention en phase, sous phases, actions et tâches permettant de rendre cette dernière reproductible et évaluable. Des OSATs (Objective Structured Assessment of Technical Skills) sont également définis pour noter chaque sous-phases et pouvoir évaluer de manière objective la performance du chirurgien. Comme l'a décrit Graëff et al[5]. Ce travail de séquençage est un travail long demandant une réflexion pour optimiser la technique chirurgicale. Cette première phase permet déjà d'optimiser la transmission des savoirs auprès des participants.

2. Captation vidéo de la technique de référence

Cette technique chirurgicale est ensuite filmée en respectant les étapes décrites pour qu'elle soit utilisée comme technique de référence³.

3. Présentation de la technique chirurgicale et de ses objectifs

Avant la pratique des chirurgiens au laboratoire d'anatomie et après la session de cours théorique, le film « référence » est diffusé et commenté en soulignant les points clés et les points d'attention à avoir. Le séquençage, les tâches et actions à réaliser sont présentés de manière didactique.

4. Captation vidéo des chirurgiens apprenants

Les chirurgiens vont pratiquer au laboratoire d'anatomie la ou les techniques opératoires décrites précédemment.

Lors de cette session pratique, trois groupes de chirurgiens sont filmés pour pouvoir analyser leur performance chirurgicale. Pour que la vidéo de captation soit utilisable, cette dernière doit répondre à plusieurs critères : avoir une résolution suffisante, ne pas être sur ou sous exposée, enregistrer la totalité du champ opératoire (non caché par la tête de l'opérateur ou de l'aide opératoire, spécimen non décentré lors d'une manipulation...) et dans la mesure du possible avoir une coaxialité avec les yeux de l'opérateur. Pour ce faire différents types de caméra ont été testés. Les caméras présentes dans le centre du scialytique (Figure 1) et celles sur tourelles fixées au plafond (figure 2) permettent de répondre à ces critères mais après un temps d'apprentissage pour éviter au chirurgien de passer devant l'objectif. Ces solutions ont donc été écartées car nous n'avons pas le temps de réaliser cet apprentissage avec nos apprenants.



Figure 1 : caméra intégrée dans le scialytique.



Figure 2 : camera tourelle PTZ.

Nous avons fait réaliser un prototype permettant une captation vidéo de très bonne qualité en montant un bras articulé sur un chariot mobile (figure 3).



Figure 3 : Prototype de camera sur chariot mobile.

Ce chariot est équipé d'un système informatique permettant rapidement l'analyse et le stockage des vidéos. Ce système permet une installation rapide et mobile et permet d'obtenir la vue du chirurgien (figures 4 et 5).



Figure 4 : Image provenant d'une caméra au-dessus du chirurgien.



Figure 5 : Même image provenant d'une caméra avec une co-axialité avec les yeux du chirurgien.

5. Annotation et analyse des vidéos par un expert

Une fois la séance terminée, un expert va visionner les vidéos des trois groupes de chirurgiens, les séquencer (phases et sous-phases), les annoter (tâches et actions) et évaluer la performance globale de chaque groupe grâce aux OSATs. Cette tâche est aujourd'hui chronophage car le chirurgien annoté manuellement chaque vidéo (figures 6 et 7).



Figure 6 : exemple de séquençage d'une ostéosynthèse du radius distal.

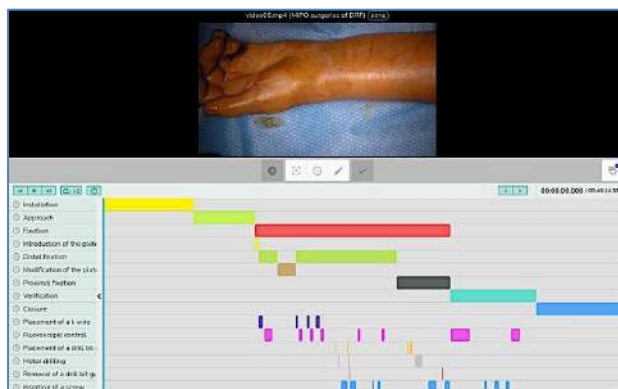


Figure 7 : La seconde chirurgie a été plus compliquée puisqu'il est possible de voir que la plaque a été repositionnée et que le nombre de clichés de radioscopie a été plus élevé (figures diffusées avec l'aimable autorisation du Pr Liverneaux).

6. Débriefing avec les participants

La phase la plus intéressante de cette méthode pédagogique innovante intervient à cette étape. L'expert ayant analysé les vidéos va présenter à tous les participants les erreurs faites par chaque groupe. Ce débriefing est fait de manière anonyme. Le but est de permettre à tous les participants de voir et de comprendre les erreurs faites par leurs pairs pour éviter de les commettre ou de connaître les solutions pour pouvoir faire face en cas de situations futures similaires.

Après plusieurs séances nous constituerons une base de données des erreurs les plus fréquentes pour chaque type de chirurgie. Cette base de données, lorsqu'elle est suffisamment étoffée, sera présentée aux participants à l'étape 3.

7. Pratique délibérée : vers une utilisation de l'intelligence artificielle

L'analyse par nos experts des erreurs commises par les différents groupes de participants nous amène, en cas d'erreur retrouvée de manière régulière, à réadapter :

- La façon d'enseigner la phase en question, comment la simplifier, comment la décomposer, comment donner des repères plus reproductibles ...
- La technique opératoire en elle-même, technique chirurgicale de qualité doit pouvoir être reproductible par le plus grand nombre et non par un groupe limité d'expert ou après une longue courbe d'apprentissage...
- Les ancillaires pour simplifier une ou plusieurs étapes, ces ancillaires peuvent mécaniques (écarteurs, pinces ...) ou numériques (planification, robotique...). Ce dernier point est important pour permettre aux industriels de réaliser une amélioration continue de leur produit de manière objective.

L'adaptation du concept de pratique délibérée dans le but de diminuer la courbe d'apprentissage d'une nouvelle technique chirurgicale est encore chronophage pour la structure formatrice.

Nous travaillons actuellement avec nos partenaires à l'automatisation, via une intelligence artificielle (IA), du séquençage de chaque technique chirurgicale ainsi qu'à l'annotation et la notation via des OSATs précédemment définis. Nos bases de données nous permettront de pouvoir nourrir une ou des IA permettant apprentissage plus rapide.

Cette technologie pourrait être embarquée dans une lunette de réalité augmentée permettant

aux chirurgiens apprenants d'avoir accès en temps réel au séquençage de l'intervention, aux vidéos de chaque étape complexe en cas de doute et d'avoir une analyse en quasi-temps réel de leurs erreurs. A la fin de session le stagiaire pourrait avoir un résumé de ses erreurs et des conseils de progression personnalisés suivant les étapes mal réalisées.

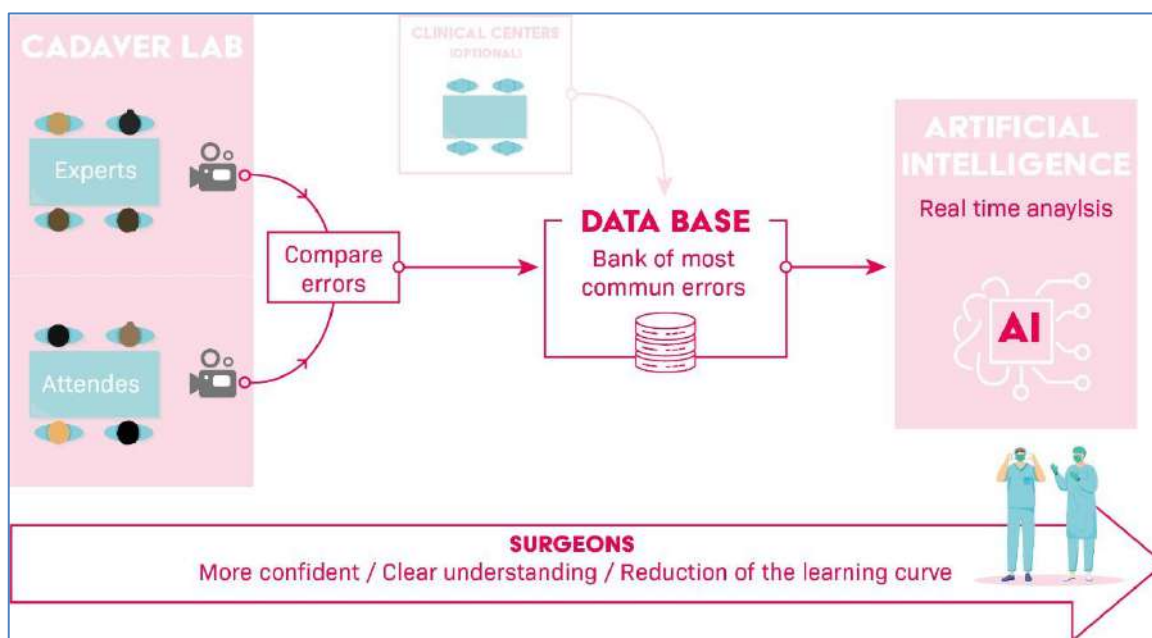


Figure 8 : Adaptation de la pratique délibérée.

REFERENCES

1. Makary MA, Daniel M. Medical error-the third leading cause of death in the US. *BMJ*. 2016 03;353:i2139.
2. Hamid KS, Nwachukwu BU, Hsu E, Edgerton CA, Hobson DR, Lang JE. Orthopedic resident work-shift analysis: are we making the best use of resident work hours? *J Surg Educ*. 2014;71(2):216–21.
3. Ericsson KA. Acquisition and maintenance of medical expertise: a perspective from the expert-performance approach with deliberate practice. *Acad Med J Assoc Am Med Coll*. 2015 Nov;90(11):1471–86.
4. Ducournau F, Meyer N, Xavier F, Facca S, Liverneaux P. Learning a MIPO technique for distal radius fractures: Mentoring versus simple experience versus deliberate practice. *Orthop Traumatol Surg Res OTSR*. 2021 Dec;107(8):102939.

5. Graëff C, Daiss A, Lampert T, Padoy N, Martins A, Sapa MC, Liverneaux P. Preliminary stage in the development of an artificial intelligence algorithm: Variations between 100 surgeons in phase annotation in a video of internal fixation of distal radius fracture. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2023 Jan;103564.

12.LA RÉALITÉ VIRTUELLE DANS LA FORMATION PRATIQUE DES OPÉRATEURS.

Dr Maxime Ros¹

¹Neurochirurgien

CEO Revinax

La formation chirurgicale des jeunes chirurgiens peut être limitée par les opportunités d'entraînement en dehors de la salle d'opération. Des outils d'apprentissage passifs, tels que les techniques de guidage standard, sont souvent utilisés. Cependant, les avancées technologiques transforment la médecine, plaçant la formation chirurgicale à l'avant-garde de l'innovation. Ces avancées visent à améliorer les soins aux patients et la prestation des soins, y compris la disponibilité des techniques chirurgicales. Aujourd'hui, le lit du patient et le bloc opératoire ne sont plus les seuls lieux de l'apprentissage chirurgical, et des technologies issus d'autres domaines sont employées. C'est le cas de la réalité virtuelle (VR).

1. Différents types de contenu

Il existe deux méthodes pour créer un environnement de Réalité Virtuelle : à partir de vidéos (180-FPV et 360) et à partir d'images de synthèse. Chacune de ces méthodes correspond à une indication pédagogique particulière. Aucune n'est actuellement utilisée de façon routinière, quotidienne, dans le cadre de l'apprentissage de la chirurgie et il s'agit actuellement d'une approche exploratoire, originale nécessitant de développer les outils techniques, d'identifier leur positionnement optimal dans le programme pédagogique et de créer des indicateurs de performances. Leur existence dans certaines institutions, plutôt sous forme de stations dans des centres de simulations, n'implique cependant pas une utilisation généralisée et systématique sur le territoire.

i. Vidéos 180-FPV

Les vidéos 180 FPV (First Person View ou point de vue première personne) permettent de se projeter dans un angle de vue qui n'est jamais accessible en réalité : celui de l'expert qui réalise la procédure. Elles sont indiquées dans le cadre d'une formation pratique et permettent de mieux comprendre les détails et les différents temps d'une procédure. De plus cet angle de vue optimiserait le fonctionnement des neurones miroirs et permettrait de mieux ancrer le schéma moteur de l'apprenant, ce qui induit une diminution des erreurs[1]. Les vidéos 360 degrés

permettent de comprendre un environnement, une architecture. Elles sont quant à elles indiquées dans le cadre d'une mise en contexte, pas dans le cas d'une formation pratique aux gestes.

La vidéo 180-FPV en réalité virtuelle (tutoriels immersifs) a prouvé son efficacité avec : une meilleure compréhension, un meilleur taux de rétention, une plus grande confiance, une diminution des erreurs et une accélération de la réalisation consécutive de la procédure (efficacité)[2]. Les avantages sont liés au procédé de création audio-visuelle. Le contenu étant basé sur la réalité il peut être créé plus rapidement que les images de synthèse, avec un coût plus onéreux qu'un simple film mais bien moins dispendieux que des images de synthèse (en moyenne cinq fois moins cher). Le contenu peut être créé selon les besoins locaux. Les possibilités de déploiement n'ancrent pas uniquement ce contenu dans un casque de Réalité Virtuelle, mais aussi sur d'autres supports tels que le téléphone portable et l'ordinateur sous forme d'un environnement de « blended learning » (accès à différents formats de ressources pédagogiques dans un même environnement). Enfin, étant donné que ce contenu est basé sur de la vidéo il permet d'atténuer la problématique de barrières générationnelles à l'adoption, et celle-ci devient massive. La massification est une clef de ce contenu le rendant exhaustif et déployable à très grande échelle.



Figure 1 : Exemple de matériel de captation porté par un professionnel de santé pour filmer le point de vue à la première personne (crédit : Révinax).

ii. Animations 3D

Les animations 3D réalisées à partir d'images de synthèses dessinées par des artistes (graphistes) ont l'avantage de permettre des interactions (format jeux vidéo). Il s'agit alors de saisir un outil dans le monde virtuel et d'exécuter un geste avec celui-ci. Cet outil peut être ou bien saisi virtuellement avec une manette ou bien avec les mains "dans le vide" (hand tracking), ou bien il peut être réellement saisi, dans ce dernier cas, c'est son comportement et le contexte qui sera alors virtualisé (cas du retour haptique essentiellement développé dans le cas de procédures mini-invasives – arthroscopie, endoscopie, coelioscopie). Ce format jeu vidéo a montré son intérêt notamment dans la diminution du temps de réalisation de la procédure, et la moindre nécessité de correction par un mentor[3]. Les images de synthèse peuvent être aussi créées à partir de l'imagerie d'un patient, c'est le principe du jumeau numérique. Elles peuvent être visualisées en Réalité Virtuelle afin de mieux comprendre l'anatomie de façon générale ou de façon spécifique au patient, de faciliter la réalisation d'une planification[4]. À long terme, il est envisageable d'opérer ce « jumeau numérique » mais à l'heure actuelle, les interactions opératoires sont uniquement possibles sur des images de synthèse conçues par des artistes.

La réalisation de l'intervention en réalité virtuelle a prouvé son efficacité pour diminuer la courbe d'apprentissage (progression plus rapide de l'apprenant avec moins). Les principaux écueils sont essentiellement le coût et la durée de création. Plus la représentation est réaliste, plus elle nécessite du temps de développement et sera onéreuse.

Enfin, le déploiement nécessite également un investissement en équipement, ce qui la rend moins accessible.

Une solution à ces écueils est la création d'un contenu interactif à partir des données captées en vidéos. L'avènement de l'intelligence artificielle et plus spécifiquement le développement du « Computer Vision », permet d'entrevoir de nouvelles possibilités et en particulier de réaliser des reconstructions volumétriques[5] et de rendre ainsi l'environnement interactif. Cette approche permettrait d'obtenir un très grand réalisme, de produire du contenu plus exhaustif et donc correspondant à un programme complet, à moindre coût, et d'assurer un continuum entre le contenu vidéo pour apprendre-comprendre et celui interactif pour l'entraînement (Figure 2).



Figure 2 : Lecteur de Réalité Virtuelle (Crédit : Revinax)

Figure du haut : Représentation schématique : point de vue première personne, données additionnelles de chaque côté de l'écran principal, chapitres au-dessus.

Figure du bas : Exploration de l'environnement virtuel par un utilisateur : les différentes parties du lecteur sont accessibles en bougeant la tête.

2. Intégration dans un parcours pédagogique

○ Deux étapes pour apprendre un geste technique

Il existe deux grandes étapes dans l'apprentissage d'un geste technique :

- 1- l'étape mimétique où l'on voit faire, on se représente les étapes de l'intervention
- 2- l'étape constructiviste où l'on réalise un apprentissage essai-erreur en réalisant la procédure[6].

La vidéo 180-FPV en réalité virtuelle rend possible la première étape en donnant accès à un point de vue auquel l'apprenant n'a jamais accès dans l'apprentissage classique : la focalisation zéro. Se tenant toujours à côté de l'enseignant qui réalise le geste, il n'a jamais accès à ce qu'il ou elle voit.

Le contenu interactif vient dans une deuxième étape pour s'assurer que la mise en pratique de l'apprenant est correcte. Selon les cas, cette mise en pratique peut être réalisée sur des modèles physiques non virtuels, dépendant de l'équipement disponible et du budget. Si ce contenu interactif est réalisé à partir des images captées, cela permet une meilleure assimilation dans le cadre d'un continuum pédagogique.

2.2 Création de contenu

La captation des vidéos est la première étape. Elles serviront à la fois à visée mimétique dans le cadre de la réalisation de tutoriels immersifs basés sur des 180-FPV, et dans la mise en place du contenu interactif.

Les vidéos peuvent être tournées directement au bloc opératoire, ou bien dans le cadre d'un bloc simulé utilisant un système de revitalisation cadavérique (pompes servant à reproduire une circulation sanguine ainsi qu'une ventilation[7]). Cette dernière option présente l'avantage d'un haut degré de réalisme, tout en ouvrant des possibilités plus importantes de scénarisation : les explications, la multiplication des points de vue et du nombre d'interventions en un temps réduit. Viendra ensuite la reconstruction volumétrique à partir des différents flux vidéo captés aux mêmes moments sur les temps opératoires les plus pertinents afin d'y ajouter de l'interactivité.

○ Diffusion du contenu et aspects cognitifs : un continuum pédagogique

L'enseignant peut utiliser le contenu des tutoriels immersifs sur son ordinateur portable pour illustrer les différents temps d'une technique opératoire. Les apprenants peuvent avoir accès en amont de l'enseignement ou a posteriori sur leur téléphone portable avec ou sans casque de

Réalité Virtuelle (casques dans lesquels on vient glisser le téléphone) pour pré-vivre l'expérience avant l'enseignement ou revoir/revivre l'essentiel avant une intervention. Après avoir compris, vient le temps de la réalisation pratique en passant en mode interactif en Réalité Virtuelle. Enfin, le contenu des tutoriels immersifs peut être également chargé sur lunettes de Réalité Augmentée afin d'apporter une ressource d'assistance lors des premières réalisations réelles et constituer ainsi un continuum pédagogique complet[8].

L'utilisation de la Réalité Virtuelle permettrait de réduire la charge cognitive en projetant les étudiants dans des scénarii proches du réel. Cette réflexion émane d'une comparaison avec des manuels d'apprentissage qui imposent eux une première phase de conceptualisation, alors qu'en VR l'étudiant est déjà projeté, concentré. Pour autant il s'agit de trouver le bon équilibre entre un niveau d'immersion satisfaisant permettant de se concentrer, de comprendre et de réaliser un apprentissage et la quantité d'informations à absorber, de notions à « manipuler » en tant que telles. Un univers en Réalité Virtuelle pouvant être infini, il faut prendre garde à ne pas submerger l'apprenant au risque d'être contre-productif [9]. Doser la charge cognitive implique d'avoir au préalable réfléchi à la conception du format pédagogique ou « *Instructional Design* » (Figure 3).

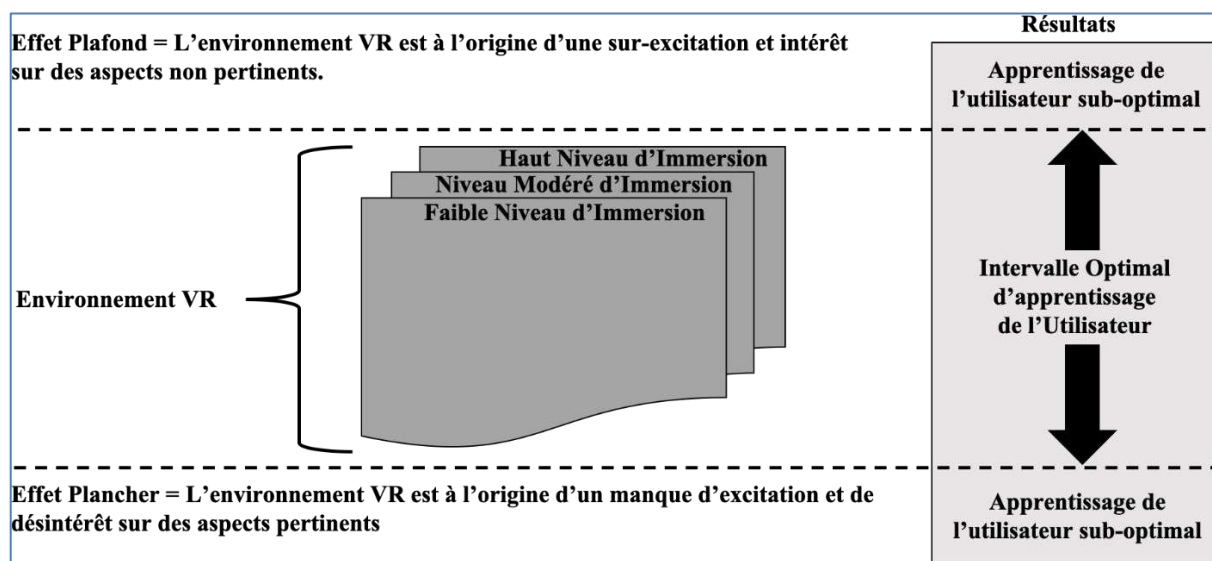


Figure 3 : Le difficile dosage pour construire une architecture pédagogique (InstructionalDesign) permettant d'optimiser l'apprentissage d'un utilisateur en VR[9].

Conclusion

La réalité virtuelle (RV) offre des opportunités prometteuses pour la formation pratique des opérateurs en chirurgie. En utilisant des vidéos 180-FPV, elle permet une meilleure compréhension et rétention des gestes opératoires, tout en étant plus économique et rapide à produire que les images de synthèse. Les animations 3D, bien que coûteuses, permettent une interaction réaliste avec les outils chirurgicaux. La combinaison de ces méthodes, soutenue par les avancées en intelligence artificielle, promet un contenu pédagogique complet et interactif, favorisant un apprentissage efficace et immersif pour les futurs chirurgiens.

Bibliographie

1. Fiorella L, van Gog T, Hoogerheide V, Mayer RE. It's all a matter of perspective: Viewing first-person video modeling examples promotes learning of an assembly task. *J Educ Psychol.* 2017;109(5):653–65.
2. Ros M, Neuwirth LS, Ros M, Neuwirth LS. Building an Extended Reality Pedagogical Continuum Through 180° First-Person Point-of-View Video: From VR to Computer and Mobile Displays to AR. *Httpsservicesigi-Glob-1-7998-8371-5ch006.* 2022;82–97.
3. Lamb A, McKinney B, Frousiakis P, Diaz G, Sweet S. A Comparative Study of Traditional Technique Guide versus Virtual Reality in Orthopedic Trauma Training. *Adv Med Educ Pract.* 2023;14:947–55.
4. Ruyra X, Permanyer E, Huguet M, Maldonado G. Use of virtual reality for procedural planning of transcatheter aortic valve replacement. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2022 Oct 10;35(5):ivac248.
5. Kerbl B, Kopanas G, Leimkühler T, Drettakis G. 3D Gaussian Splatting for Real-Time Radiance Field Rendering. *arXiv*; 2023 [cited 2024 Jul 13]. Available from: <http://arxiv.org/abs/2308.04079>
6. Kolb DA. *Experiential Learning: Experience As The Source Of Learning And Development.* 1984;
7. Delpech PO, Danion J, Oriot D, Richer JP, Breque C, Faure JP. SimLife a new model of simulation using a pulsated revascularized and reventilated cadaver for surgical education. *J Visc Surg.* 2017 Feb;154(1):15–20.
8. Ros M, Neuwirth LS, Ng S, Debieu B, Molinari N, Gatto F, Lonjon N. The Effects of an Immersive Virtual Reality Application in First Person Point-of-View (IVRA-FPV) on The Learning and Generalized Performance of a Lumbar Puncture Medical Procedure. *Educ Technol Res Dev.* 2021 Jun 1;69(3):1529–56.
9. Ros M, Weaver L, Neuwirth LS. Virtual Reality Stereoscopic 180-Degree Video-Based Immersive Environments: Applications for Training Surgeons and Other Medical Professionals. In: *Cases on Instructional Design and Performance Outcomes in Medical Education.* IGI Global; 2020. p. 92–119.

13.COMPAGNONNAGE AUGMENTÉ :

INTERET PÉDAGOGIQUE DE L'UTILISATION COMBINÉE

D'UNE PLATEFORME CLOUD (METAVERSE CHIRURGICAL)

ET D'UN DISPOSITIF DE RÉALITÉ MIXTE CONNECTÉ

Dr Marc-Olivier GAUCI^{1,2}

*Institut Universitaire Locomoteur et du Sport, CHU de Nice
Laboratoire ICARE, IBV, Inserm U1091, Université Côte d'Azur*

L'utilisation de dispositifs de réalité mixte en chirurgie font leur entrée au bloc opératoire, les cas d'usage sont encore mal identifiés. Le guidage peropératoire n'est pas encore déployé et nécessite encore la mise en place de repères qui allonge la durée opératoire et peuvent entraîner des complications (fractures sur fiches, abords supplémentaires, tenue médiocre). Le recalage automatique permettant un guidage peropératoire nécessiterait de réaliser des calculs en temps réel pour lequel la puissance embarquée dans les lunettes est largement insuffisante. Enfin, l'amélioration de la précision peropératoire et de façon plus globale l'amélioration du résultat global et du service médical rendu guidage n'est que faiblement démontrée.

Contrairement à la réalité virtuelle, la réalité mixte ne coupe pas le chirurgien du monde réel et du site opératoire. Elle intègre des éléments virtuels et des informations contextuelles dans le monde réel sans obstruer le champ de vision. Ceci rend possible son utilisation dans un processus continu allant des étapes préparatoires préopératoires aux gestes chirurgicaux peropératoires.

Nous présentons ici des applications successives de l'utilisation combinée d'une plateforme cloud chirurgicale et d'un dispositif de réalité mixte à des fins pédagogiques et dans un accompagnement adapté au niveau des chirurgiens en formation.

Qu'est-ce qu'une plateforme cloud ?

Une plateforme cloud est un espace dématérialisé qui héberge sur des serveurs distants et accessibles en ligne, les données chirurgicales mais aussi les algorithmes ou les logiciels. Cette plateforme permet de délocaliser l'hébergement de données et les calculs (*cloud computing*) et donc d'obtenir un stockage et une puissance infinie pour analyser ces données. Cette centralisation permet aussi un accès flexible et à distance indépendant des systèmes d'exploitation (Mac, Microsoft, Linux..) et de la puissance de nos appareils et ne nécessite qu'une maintenance centralisée.

Avec une telle architecture de calcul décentralisée (Figure 1), de simples appareils mobiles connectés suffisent à accéder aux modèles chirurgicaux 3D issus d'une planification et à l'ensemble des données chargée sur le cloud.

D'un point de vue économique et écologique, cette plateforme collaborative de rendu 3D temps réel donne un accès simplifié aux applications 3D haute qualité et à des modèles. Elle ne nécessite pas de multiples téléchargements chronophages et très consommateurs d'énergie. Chacun se connecte sur la plateforme et le calcul est centralisé permettant à un nombre théoriquement infini de chirurgiens de visualiser la même scène, de s'y déplacer et d'interagir.

Une plateforme cloud certifiée permet aussi un stockage sécurisé et conforme à la réglementation RGPD et à la confidentialité.

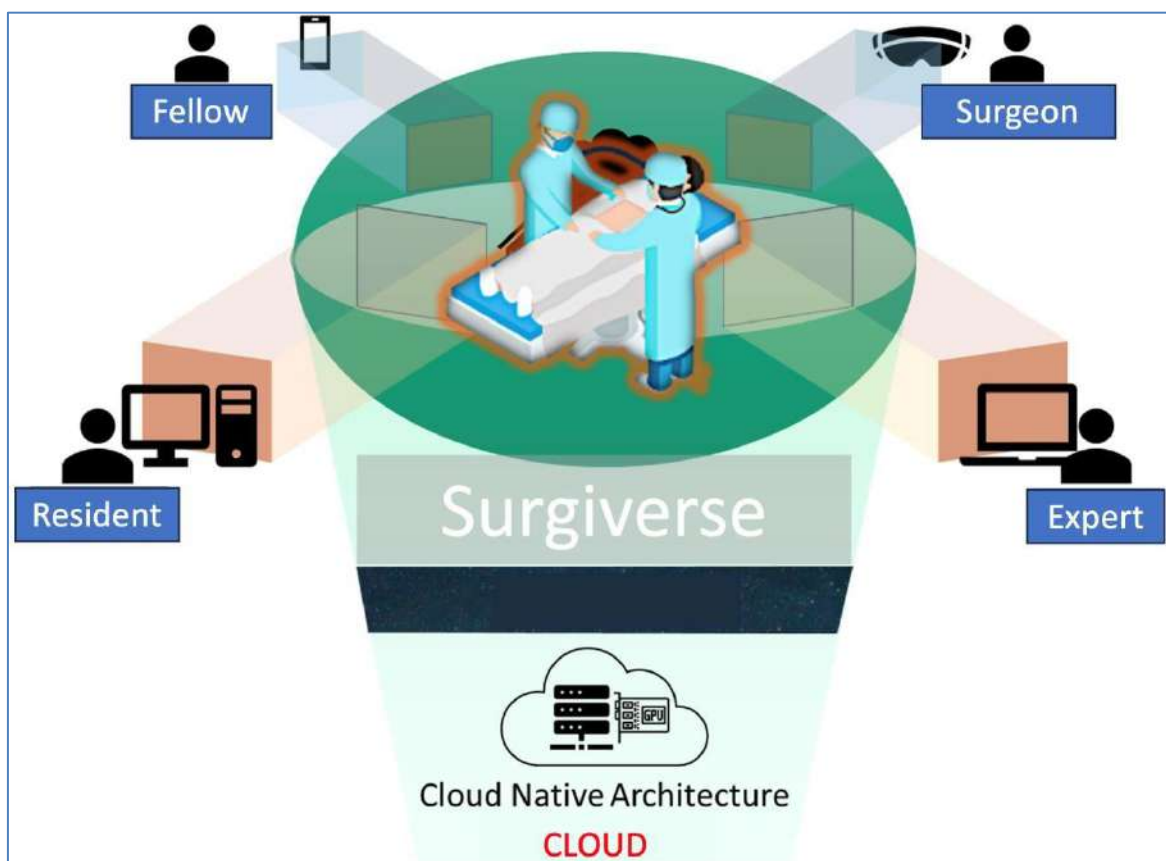


Figure 1 . Principe d'une plateforme cloud chirurgicale : Modèle d'architecture distribuée dans lequel les données et les calculs sont centralisés. Il n'y a donc pas d'application à installer, pas de données à télécharger et les calculs se font de façon délocalisée. L'accès et les collaborations sont instantanées et dépendantes uniquement de la connexion qui assurent le flux des informations. Dans nos essais, l'architecture utilisée est celle de 3dVerse (Montréal, Canada) et l'application chirurgicale est délivrée Surgiverse (Abys Medical, La Rochelle, France).

Applications en utilisant un dispositif de réalité mixte

L'association casque de réalité mixte + plateforme cloud permet donc de mettre en place des outils de formation et d'accès à l'expertise de type téléassistance dont l'efficacité a déjà été documenté dans la littérature[1].

Nous avons donc réalisé et présenté ici différents niveaux de propositions pour la formation initiale ou continue qui utilisent cette technologie.

1. Planification collaborative

La planification préopératoire permet au chirurgien en formation de pouvoir identifier,

labelliser les différents fragments osseux identifiés sur un scanner reconstruit en 3D (Figure 2). Ce modèle a été généré sur la plateforme cloud sur laquelle ont eu lieu la segmentation automatique et la labellisation. Ces fragments peuvent être mobilisés indépendamment pour comprendre les objectifs de réduction. Le chirurgien en formation peut proposer un diagnostic et une prise en charge chirurgicale. Par la suite, le positionnement du clou centromédullaire peut être simulé ainsi que les vis proximales et distales.

Toutes ces étapes sont accessibles en temps réel sur une scène commune dans laquelle peuvent interagir le chirurgien en formation et le tuteur simultanément en étant sur deux postes informatiques distants. Au besoin un nombre théoriquement illimité de participants peuvent rejoindre la simulation et y participer.

Il est aussi possible de noter et de sauvegarder les différents acquis de l'étudiant au fur et à mesure de sa progression.

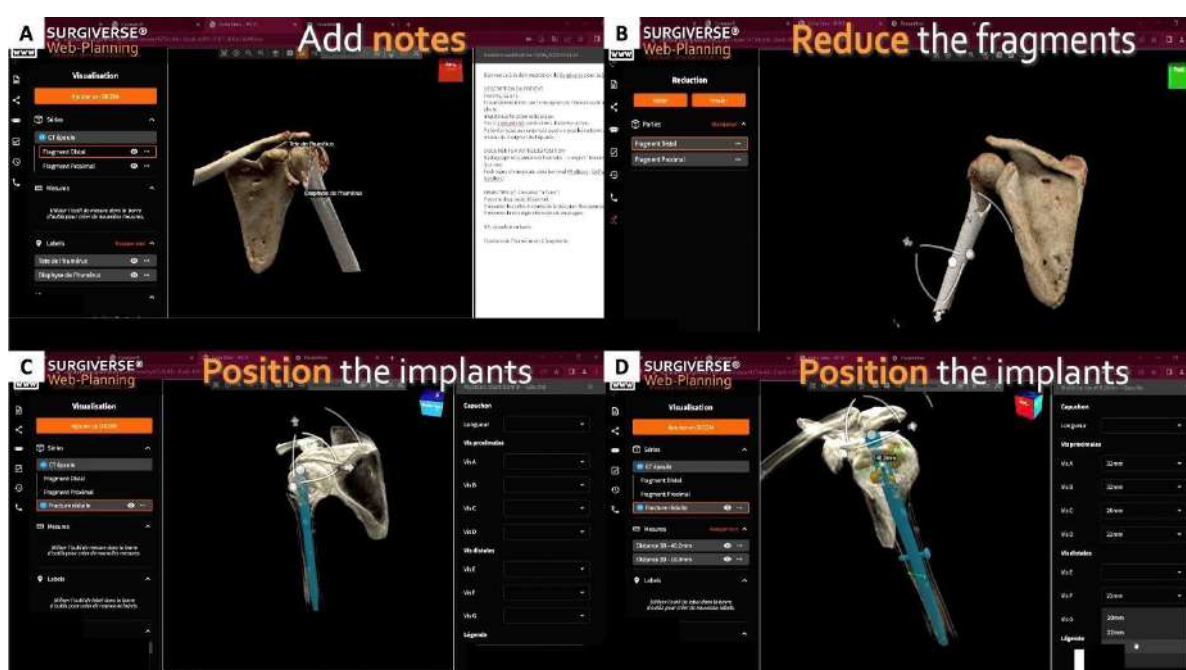


Figure 2 : Différentes étapes de la planification d'un enclouage centromédullaire d'une fracture de l'extrémité proximale de l'humérus débutant par une vignette clinique. Le chirurgien en formation et le tuteur sont tous les deux connectés à distance sur le même scénario de simulation hébergé sur la plateforme cloud Surgiverse et interagissent simultanément.

2. Atelier sur os sec

Dans cette session, nous utilisons la téléassistance. Le chirurgien junior porte le casque de réalité mixte et le tuteur est à distance sur son ordinateur connecté à la plateforme cloud chirurgicale (Figure 3). Cette modalité permet au chirurgien junior d'évoluer par étape et de réaliser le geste en suivant les recommandations du tuteur. Le tuteur a aussi la possibilité de réaliser en temps réelle des captures d'écran qu'il peut annoter et renvoyer instantanément au junior pour qu'il puisse afficher l'image sous forme d'hologramme. Le tuteur peut donc visualiser ce que le chirurgien est en train de faire en temps réel et en focalisation zéro, à sa place.

L'échange se fait en temps réel, sans aucune latence grâce à l'utilisation du cloud, latence qui serait préjudiciable à la bonne exécution des gestes.

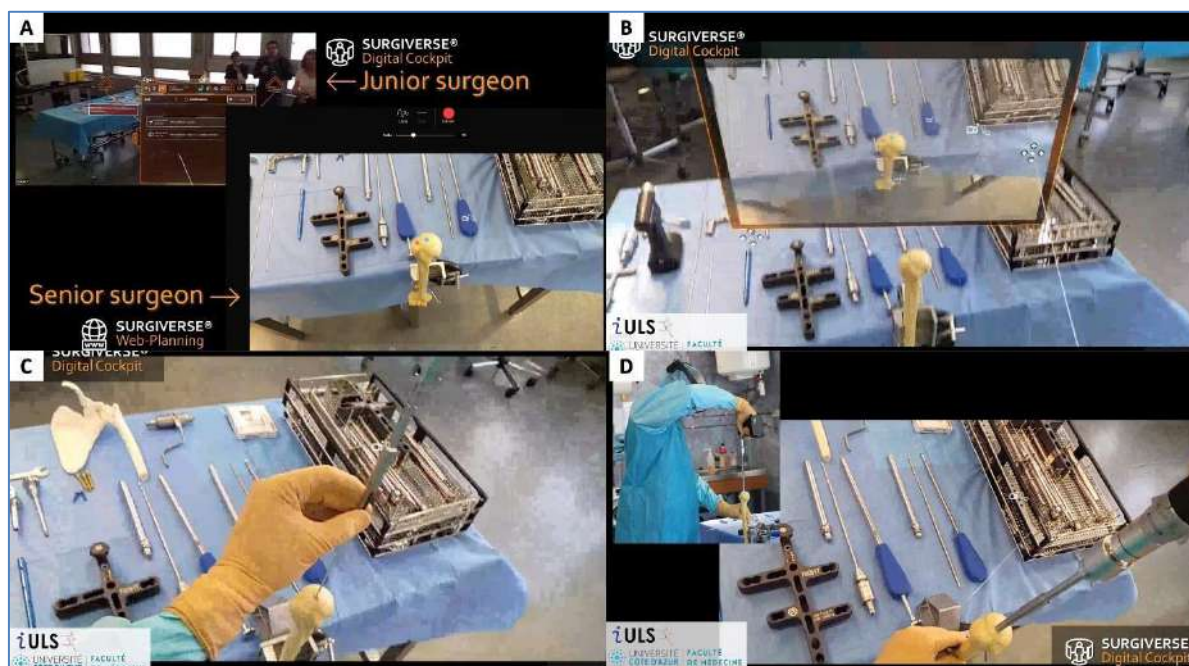


Figure 3 : Dans ce workshop sur sawbone, le chirurgien en formation équipé d'un casque de réalité mixte échange sur la voie d'abord proposée avec le tuteur qui est à distance sur son ordinateur. Le chirurgien senior lui propose deux points d'entrée (footprint et vertex) sur une capture d'écran prise en temps réel à partir de l'image transmise par le casque. Puis le chirurgien junior est guidé par le tuteur sur les différentes étapes de l'enclouage.

3. Atelier d'enclouage centromédullaire de l'humérus dans le cadre d'une fracture de l'extrémité proximale del'humérus.

A un niveau plus avancé, la simulation sur cadavre bénéficie aussi de cette technologie en reconstituant les conditions du bloc opératoire (Figure 4). Ici, le jeune chirurgien peut identifier le scénario peropératoire qui a été mis à sa disposition. Il s'agit donc réellement d'une simulation réaliste. Il est possible de vérifier les acquis comme l'utilisation de la check-list qu'il va valider lui-même point par point avant de débiter l'intervention.

Il pourra aussi consulter la technique chirurgicale de façon autonome sans solliciter l'équipe ou sans occasionner de déplacements intempestifs dans le bloc opératoire qui pourraient provoquer des erreurs d'asepsie.

Les éléments accessibles pour le scénario peuvent être de toutes origines dans la mesure où la plateforme est agnostique et accepte de nombreux formats.

Le chirurgien peut identifier des images tridimensionnelles, qu'il va afficher sous forme d'hologrammes et positionner comme il le souhaite dans la salle opératoire.

Là encore, le tuteur peut se connecter à distance et communiquer directement avec le chirurgien.

Cette fonctionnalité peut aussi être utilisée pour la formation des IBODE. Cela pourrait éviter des déplacements des représentants des industriels sur plusieurs kilomètres, déplacements parfois peu utiles. Cela peut optimiser le temps des représentants et permettre de réaliser des économies substantielles pour les industriels.



Figure 4 : La mise en situation réelle au travers d'un scénario sur cadavre permet de mettre le chirurgien dans des conditions très réalistes et de lui proposer plusieurs modalités d'assistance allant de la checklist, des éléments du dossier patient à la technique chirurgicale et la téléassistance au travers d'un expert situé à distance.

4. Première chirurgie transatlantique dans le métaverse chirurgical

Une première chirurgie via un métaverse chirurgical (Surgiverse, AbysMedical, La Rochelle, France) a pu être réalisée entre Minneapolis (MN, USA) et Nice (France) (Figure 5). La chirurgie a pu se dérouler sans aucune interruption de la communication et l'absence de latence au travers de la plateforme a permis une communication fluide. Ceci rend tout à fait possible désormais la réalisation d'une chirurgie assistée à distance par un expert même placé à des milliers de kilomètres. En effet, aucun latence ou décalage entre l'émetteur et le récepteur tant au niveau de l'image que de l'audio ne peut être toléré pendant une intervention chirurgicale à distance. Dans cet essai, un réseau 4G a été utilisé. L'utilisation d'un réseau 5G permettrait la réalisation de chirurgies « live » avec la connexion de plusieurs dizaines de participants sur des espaces « spectateurs » et dont les modalités d'interaction seraient paramétrées en amont.

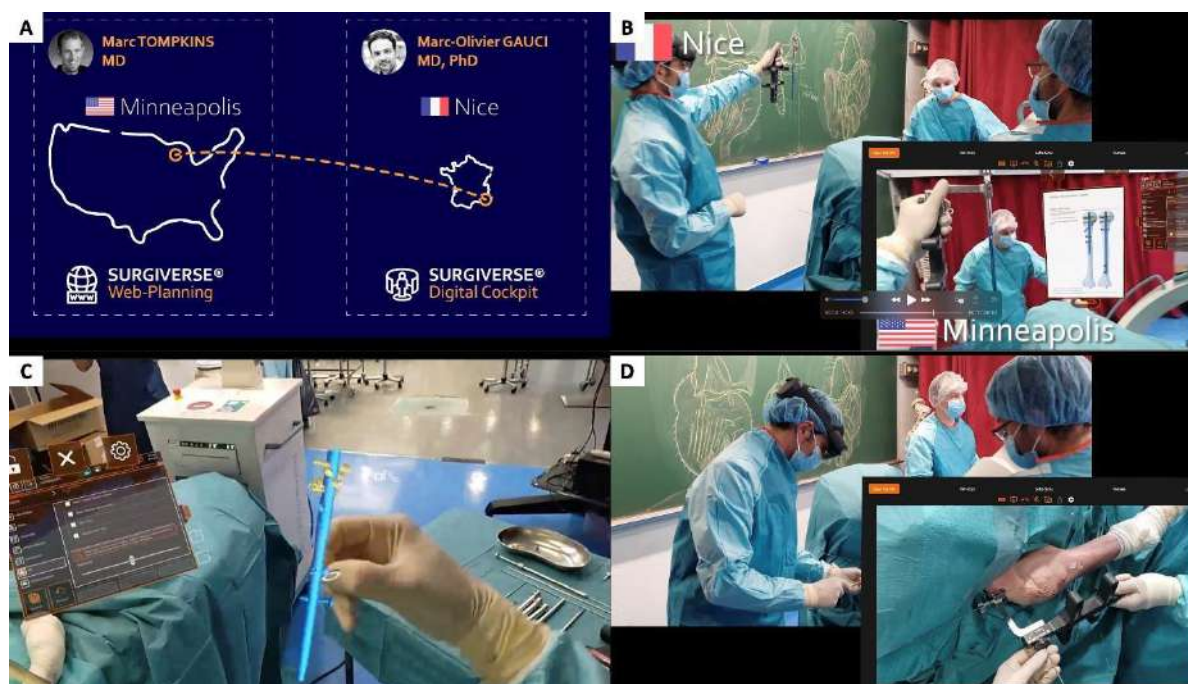
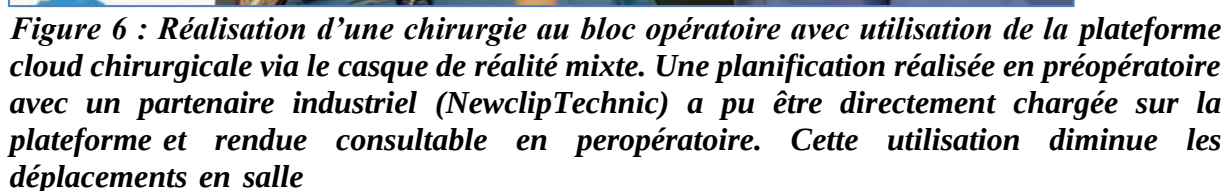


Figure 5 : Première chirurgie transatlantique utilisant le métaverse (Surgiverse). Le Dr Marc Tompkins (Minneapolis, MN, USA) assistait en direct à une chirurgie simulée avec le Dr Marc- Olivier Gauci (Nice, France) qui réalisait un enclouage centromédullaire de l'humérus par voie de Neviaser.

5. Utilisation du métaverse chirurgical en compagnonnage au bloc opératoire

L'assistance à distance a démontré son intérêt dans la pratique médicale en mettant en communication un expert avec un chirurgien non-expert ou un senior avec un chirurgien junior. Plusieurs cas de figures sont donc envisageables pour ce partage d'expertise.

- Un partage en mode « Chirurgie en direct » dans lequel le chirurgien expert ou senior est au bloc opératoire et équipé de la solution de chirurgie augmentée avec les lunettes de réalité mixte. Dans ce cas, les chirurgiens non-experts ou étudiants sont connectés à distance et assiste en direct en focalisation-zéro (au travers des yeux du chirurgien) au geste chirurgical. Ils entendent aussi ce qui est dit par le chirurgien. Cette nouvelle forme de « chirurgie en direct » aura aussi des impacts positifs en termes :
 - de diffusion de la connaissance et de l'expertise chirurgicale : la structuration sous forme d'une plateforme en ligne permet d'élargir la population chirurgicale touchée : la en permettant à des chirurgiens de pays moins riches d'assister à ces interventions chirurgicales et d'intervenir
 - d'accessibilité : la simplicité de l'outil (casque de réalité mixte associée à une connexion internet) permet d'organiser facilement un session collaborative
 - éthique : certaines interrogations éthiques des « chirurgies en direct » ont été soulevées. La possibilité de contrôler le flux des communications par le



source de faute d'asepsie et améliore le confort chirurgical.

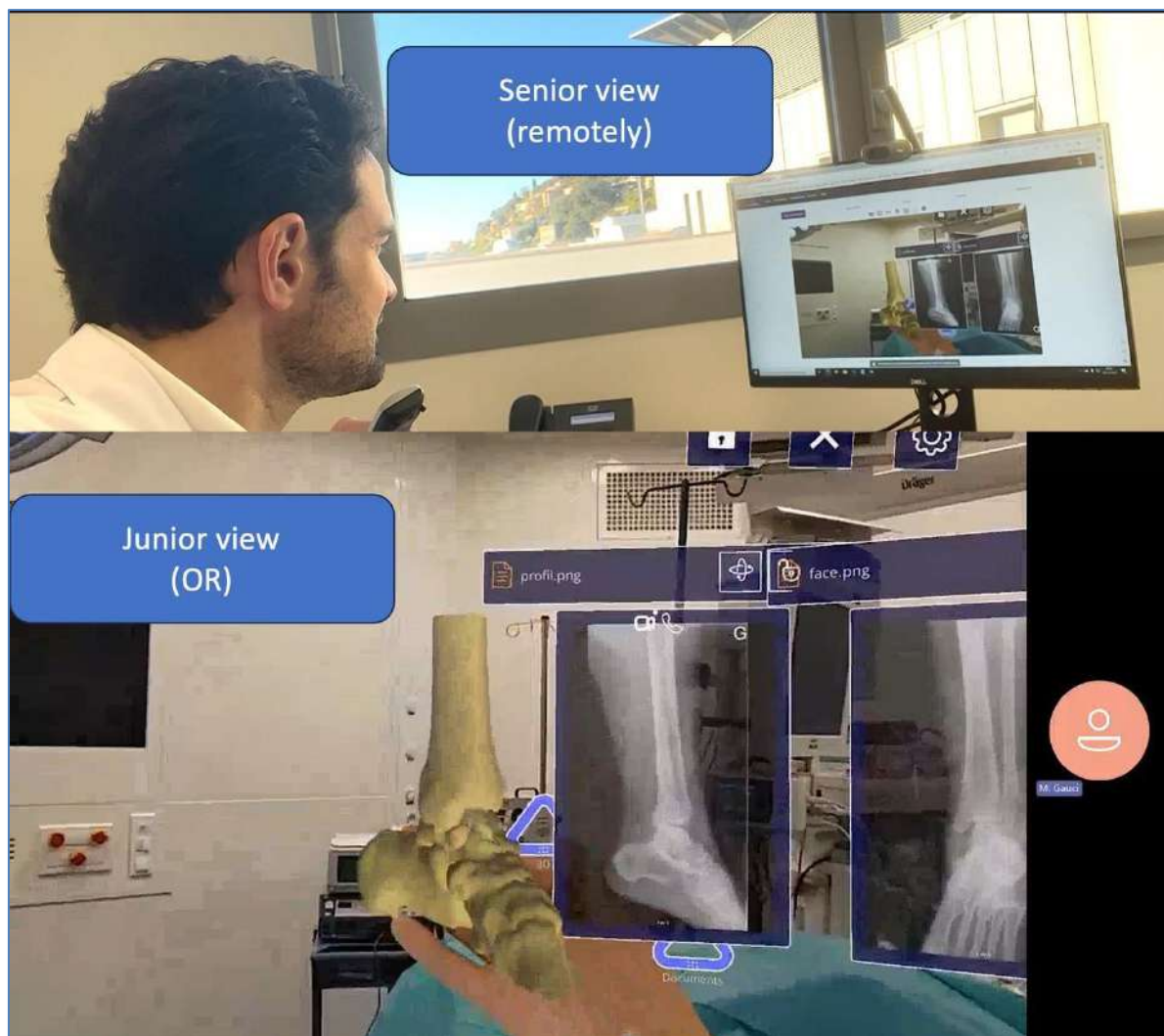


Figure 7 : Lors d'une intervention chirurgicale réalisée par un chirurgien en fin de formation(chef de clinique), le chirurgien senior peut être sollicité à distance avec une vision en focalisation zéro de ce que voit le chirurgien muni d'un casque de réalité mixte au bloc opératoire. Il s'agit de la dernière phase de compagnonnage.

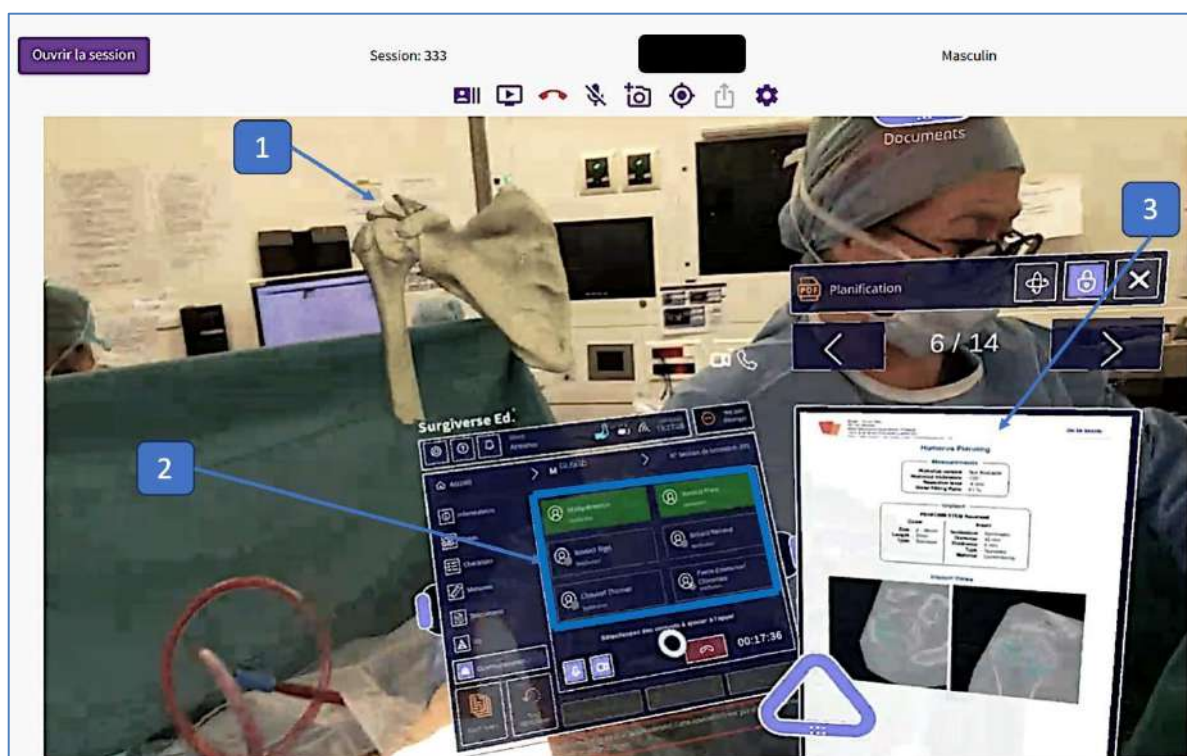


Figure 8 : Session de chirurgie en direct en utilisant la plateforme cloud computing Surgiverse (AbysMedical, La Rochelle, France) et un dispositif de réalité mixte (Hololens 2 de Microsoft). Le matériel nécessaire est un dispositif de réalité mixte avec une connexion internet standard (équivalent 4G). 1) modèle 3D de l'épaule (format.stl), 2) Dashboard permettant de gérer les interactions avec les participants (ici 2 chirurgiens sont visiblement connectés, la solution peut en théorie supporter jusqu'à 150 participants), 3) planification réalisée à l'aide de la solution Blueprint (Imascap/Stryker, Plouzané, France). La plateforme générique permet de monter un programme pédagogique collaboratif complet en partageant les éléments sélectionnés par le chirurgien en pré- et peropératoire et consultables par les chirurgiens qui vont assister à la chirurgie.

CONCLUSION

Ces différents scénarios et séquences d'utilisation de la réalité mixte associée au métaverse chirurgical démontre sa puissance collaborative et les perspectives envisageables au travers de programmes pédagogique en formation initiale ou continue voire pour réaliser des chirurgies « live » sans une infrastructure lourde dans les laboratoires d'anatomie ou les blocs opératoires. Il constitue donc un outil innovant de diffusion et de partage large de l'expertise chirurgicale et une modalité complémentaire et spécifique de compagnonnage chirurgical à tous les niveaux d'expertise.

CONCLUSION

Marc Olivier GAUCI

Les technologies du numériques ont désormais toute leur place dans les programmes pédagogiques de formation pratique des opérateurs. Elles répondent à la fois à l'intégration parallèle de ces technologies dans les blocs opératoires mais aussi à l'injonction actuelle d'optimiser la formation pratique avec un ratio apprenants / enseignants qui ne cesse de croître. Plus largement, proposer une offre pédagogique structurée du numérique, c'est aussi apporter une solution au problème d'accès de la population aux soins de qualité. En effet, aux problèmes des déserts médicaux s'associent le problème de l'autarcie chirurgicale qui implique un circuit et un niveau de prise en charge différent selon le lieu de consultation du patient. Il est donc indispensable de déployer ces outils numériques afin que les compétences chirurgicales soient validées et certifiées : en l'absence de formation initiale correcte et de formation continue réglée, la proposition chirurgicale ne peut suivre l'état de l'art et le risque de complications augmentent ainsi que les coûts pour la société. De même que dans les soins, il n'est pas possible d'envisager un recours systématique à un grand centre expert ne serait-ce que pour la prise en charge des urgences, il n'est pas possible d'exiger de tous les chirurgiens qu'ils se déplacent vers un centre expert pour chaque module de formation et cela pour plusieurs raisons : 1/ le coût économique (réduction des prises en charge des étudiants par les industriels dans la loi anti-hospitalité, réduction relative des budgets formation), 2/ le coût écologique (bilan carboné d'un nombre croissant de chirurgiens en formation), 3/ optimisation du temps de formation (réduction du temps de travail), 4/ manque d'incitation universitaire.

Ainsi, les outils numériques de formation initiale et continue sont les premiers outils incitatifs à l'amélioration des pratiques et un axe puissant d'accès aux soins de qualité et à la réduction des coûts liés aux interventions non pertinentes et aux réhospitalisations pour complications évitables.

L'enjeu est donc majeur et ne peut être rattrapé une fois le chirurgien installé.

Les différents outils présentés viennent chacun apporter une solution selon un axe bien clair : apprentissage de gestes standards pour les interventions de base et autoévaluation via la pratique délibérée, immersion et remédiation de contenu en direct via des bibliothèques structurées consultables dans un univers de réalité virtuelle, téléassistance via la réalité mixte et les plateformes cloud.

En plus de la preuve cognitive de la pertinence de ces solutions, les outils numériques de pédagogies partageant le même support que les outils de planification et d'application utilisées pour le soin rendent désormais poreuse la frontière entre les cas cliniques et les scénarios pédagogiques. Cet inter enrichissement permettant aux apprenants d'accéder à des interventions rares ou complexes sauvegardées, labellisées et jumelées numériquement et aux patients de bénéficier de soins prodigués par des chirurgiens mieux préparés est la base de l'enseignement via les outils numériques. Leur appropriation par les collègues dans les programmes de formation initiale et les moyens de leur déploiement à grande échelle rendu possible par les décideurs et donneurs d'ordre sont les prochaines étapes de ce passage à l'ère numérique de la formation pratique des opérateurs.

CHAPITRE III/ ÉLÉMENTS DE RÉFLEXION

SUR LES ÉCOLES DE CHIRURGIE EN France

1.LA VISION DU GROUPE DE TRAVAIL

SUR LES ÉCOLES DE CHIRURGIE

Coordonnateur : Dominique Franco (Institut Pasteur)
Robert Caiazzo (Lille),
David Fuks (Paris),
Astrid Herrero (Montpellier),
Jacques Hubert (Nancy),
Gérard Morvan (Paris)
Jean-Pierre Richer (Poitiers)
Pierre-Hugues Roche (Marseille)
Hervé Thomazeau (Rennes).

Cette réflexion s'inscrit dans le travail de l'Académie Nationale de Chirurgie pour organiser la formation technique et non technique des chirurgiens et des médecins interventionnels, adaptée à l'évolution technologique et à l'écosystème hospitalo-universitaire.

L'ANC suggère de faire des Écoles de Chirurgie le centre de cette formation préclinique, avec une reconnaissance des tutelles, sous forme d'un agrément comme en ont les Laboratoires d'Anatomie et les Centres de Simulation en Santé.

Cette réflexion ne met pas en cause les Écoles de Chirurgie déjà développées dans de nombreux CHU mais souhaite proposer une organisation permettant d'harmoniser le travail de ces Écoles et leur valoir une reconnaissance institutionnelle.

L'Ecole de chirurgie est le lieu (hors bloc opératoire) de l'acquisition des compétences chirurgicales :

1. Les cibles prioritaires sont les étudiants de 3^{ème} cycle (E3C) des études médicales inscrits en DES de chirurgie, tout au long des 3 phases du DES (socle, approfondissement, consolidation), et ceux inscrits dans une Formation Spécialisée Transversale (FST) chirurgicale. L'enseignement doit être en cohérence avec la réglementation en vigueur sur le 3^{ème} cycle des Études de Médecine et les textes de loi sur les maquettes de DES du 12 avril 2017 et ultérieurs (Document 1)
2. Les autres cibles sont :
 - La formation des spécialistes interventionnels non chirurgicaux en DES et en post-internat, pratiquant des gestes opérationnels, endoscopiques ou radiologiques.
 - Les étudiants de 2^{ème} cycle pour l'apprentissage des gestes élémentaires de type « Prepabloc » destinés à sensibiliser les E2C aux gestes techniques et à susciter des vocations vers les spécialités chirurgicales, ainsi que la sensibilisation aux métiers interventionnels des autres spécialités médicales au cours de leurs stages
 - Le post-internat incluant les cours spécialisés sur des objectifs avancés et les ateliers pratiques de certains DU/DIU.
 - La re-certification/certification périodique, en fonction des propositions faites par les CNP.

Cette formation à l'Ecole de chirurgie vient en complément du compagnonnage en salle d'opération, en endoscopie ou dans les salles de radiologie interventionnelle, dans les établissements hospitaliers.

Les missions des Ecoles de Chirurgie sont :

1. En priorité d'offrir aux étudiants en DES la formation technique de chaque spécialité ou FST

chirurgicale définie dans les maquettes établies par chacun des Collèges de spécialités chirurgicales sous l'égide de la Coordination Nationale des Collèges d'Enseignants en Médecine (CNCEM). Les objectifs pédagogiques sont définis pour chaque phase de formation dans chaque spécialité. Pour certaines phases, un dénominateur commun peut convenir à plusieurs spécialités. Chaque Ecole (ou regroupement régional d'Écoles) doit donc disposer :

- Des équipements recommandés pour la formation chirurgicale de toutes les disciplines en collaboration/partenariat avec les laboratoires d'anatomie et les centres de simulation. L'achat et l'utilisation des outils de simulation doivent être adaptés aux recommandations conjointes de la HAS et des Collèges de Chirurgie. Un cahier des charges des équipements nécessaires à la formation des chirurgiens devrait être établi par ceux-ci, en accord avec la SoFraSims. (Document 2 : guide des bonnes pratiques en simulation, actualisé 2024).
- Du personnel technique nécessaire à l'utilisation et à l'entretien de ces équipements, et au tutorat des étudiants.
- Du personnel administratif nécessaire pour la gestion de l'école et pour l'organisation de l'enseignement des étudiants.
- D'une équipe de direction.
- D'une équipe pédagogique universitaire, épaulée par du personnel non universitaire, en application du principe de subsidiarité.

L'ensemble des équipements et des formations sont réunis lorsque c'est possible sur un site centralisé, en collaboration avec les laboratoires d'anatomie qui gère les contraintes réglementaires du don du corps, de l'utilisation et de la restitution des sujets anatomiques en accord avec la législation (décret 2022-719). Compte-tenu de l'existant, les équipements et les formations seront répartis sur plusieurs sites, mais avec une gestion centralisée par l'Ecole de Chirurgie. Il ne faut surtout pas défaire l'existant quand il marche bien. Il est important de bien structurer le partenariat et les interactions entre les différents sites d'une même Ecole.

Chaque École de chirurgie française n'est pas tenue d'assurer la totalité des formations dans toutes les disciplines, en particulier certaines formations très spécialisées qui nécessitent des investissements importants dont l'utilisation doit être optimisée grâce à une mutualisation inter-Écoles et la collaboration avec des Ecoles de Chirurgie partenaires. Si les équipements sont dispersés sur plusieurs sites, l'organisation est centralisée.

Les enseignements des étudiants de DES sont répartis régulièrement au cours de toute l'année sauf les mois de juillet et août. Le format privilégie des formations sur une durée de 4 à 5 jours, une ou deux fois par an, pour éviter les déplacements répétés, à des dates anticipées pour faciliter l'organisation hospitalo-universitaire et s'assurer de la disponibilité des formateurs. Cette durée prolongée contribue à l'émergence d'une « communauté apprenante » qui accélère la progression, évite le « negative training », favorise les relations humaines d'échange et de partage, et permet la constitution d'un réseau intergénérationnel. L'hypothèse de mélanger pendant ces séances de formation les étudiants des DES avec d'autres personnels, en particulier paramédicaux de salle d'opération doit être envisagée, permettant une formation de l'équipe (team training).

2. D'organiser un séminaire de pré-rentree avec les gestes que tous les E3C de chirurgie devraient maîtriser (cystocath, drainage thoracique, parage de plaie...) y compris ceux qui sont hors de leur spécialité. Ce séminaire de pré-rentree peut être organisé en partenariat avec le centre de simulation du CHU.
3. De contribuer à former les étudiants de DES aux compétences non techniques (NTS non technical skills) telles qu'aptitude à travailler en équipes, gestion des situations de crise en environnement chirurgical, leadership et prise de décisions...

Localisation des Écoles de Chirurgie :

Il existe une école de chirurgie au niveau de chaque CHU. Les écoles de chirurgie d'un CHU peuvent être spécialisées dans une spécialité (orthopédie-traumatologie chirurgie viscérale et digestive, urgences...), ou un groupe de spécialités, ou une technique d'apprentissage (sujet issu du Don du corps, chirurgie chez l'animal, simulation...). Au niveau d'une région, les Écoles de chirurgie des CHU de la région doivent être complémentaires et travailler en interconnexion.

Cette organisation doit s'appuyer sur les Écoles de chirurgie déjà existantes et compléter leur offre de formation et leurs interactions.

L'ensemble des Écoles de chirurgie d'une région permet d'offrir aux étudiants de toutes les spécialités (chirurgicales et interventionnelles) une formation complète à l'exception de formations très spécialisées ou utilisant des équipements très coûteux qui peuvent nécessiter une interconnexion et une mutualisation entre les régions, ou encore pour les

Spécialités à très faibles effectifs, où les étudiants qui pourraient être tous formés dans une ou deux écoles de chirurgie possédant les compétences particulières adéquates.

Certification des étudiants :

Les formations des étudiants sont sanctionnées par une évaluation de l'acquisition des compétences techniques requises par leur maquette à chaque niveau : phase socle, phase d'approfondissement, phase de consolidation. Il est souhaitable que la validation de chaque phase soit nécessaire pour être admis à l'enseignement de la phase suivante. Les maquettes pourraient être optimisées dans ce sens.

L'évaluation est faite par le procédé le plus adapté au type de formation et le plus objectif, par exemple OSATS pour les procédures les plus simples. L'évaluation est faite en interaction avec l'étudiant et peut s'inspirer, par exemple, de l'échelle d'apprentissage de Kirkpatrick.

La simulation permet une évaluation objective (mesurable) et automatique, ainsi qu'un suivi de la progression. L'étudiant en situation de difficulté dans un apprentissage doit avoir la possibilité de répéter la station (notion de pratique itérative). À l'avenir l'IA devrait peut-être permettre de mieux adapter le programme pédagogique à chaque individu, en fonction des performances identifiées en début de cursus ou de chaque session de formation.

Le responsable de l'Ecole de Chirurgie ou du Centre de Simulation et son équipe peuvent proposer au coordonnateur local du DES une évaluation de l'apprentissage technique individuel et de l'apprentissage du travail en équipe de l'étudiant pour validation.

L'évaluation des compétences techniques et non techniques par les Écoles de Chirurgie, et par les responsables des stages hospitaliers, comme cela est en cours de construction, devrait permettre d'éviter l'accès à la profession de chirurgien à des étudiants qui n'ont pas acquis/validé le niveau de compétences techniques et non techniques requises.

Formateurs au sein des Écoles de Chirurgie :

Les enseignants sont sélectionnés par les spécialités et validés par les Collèges de Spécialités, en fonction des textes réglementaires, avec une durée d'activité définie, en général de 3 ans renouvelables. La sélection est confirmée par les doyens des facultés de la région. Les formateurs en simulation doivent être idéalement titulaires d'une certification acquise soit par un DU de simulation, soit par une formation **SoFraSimS** mais doivent surtout être membre du "Collège des formateurs" de leur spécialité.

L'équipe pédagogique universitaire doit se concevoir au niveau régional, voire national pour certaines formations recourant à un matériel très spécialisé, l'encadrement ne pouvant reposer sur les seules épaules de l'équipe locale qui dispose de cet équipement.

Les formateurs de la filière médicale sont valorisés d'une part en leur attribuant des points SIAPS (grille SIAPS V2 conf des doyens Sept 2022), d'autre part en établissant une corrélation entre leur activité de formation et une ou plusieurs publications. Les CNU devront au moment des préauditions et auditions des candidats HU, tenir compte de cette activité pédagogique.

En plus des enseignants issus de la filière médicale, selon le principe de subsidiarité, des enseignants peuvent être issus de filières non médicales, soit paramédicales, soit technologiques, en particulier dans le domaine de la simulation, où certaines professions ont une expertise très importante.

Les Écoles de chirurgie peuvent délivrer un diplôme de formateur selon des modalités qui restent à définir.

Organisation nationale de la gouvernance des Écoles de chirurgie :

Sur le territoire national, la gouvernance des Ecoles de chirurgie est organisée par régions (soit 12 sites au niveau métropolitain, un site au niveau Antilles-Guyane, et un site au niveau de la Réunion). Ces sites, pour la France métropolitaine, sont indiqués sur la Figure 1. Une collaboration peut être organisée entre régions notamment contiguës, en particulier lorsque le nombre d'étudiants par discipline au niveau d'une seule région est faible ou lorsqu'une région manque de certains types d'équipements. Tout doit concourir à une mise à disposition large de chaque équipement et à une optimisation de leur utilisation.



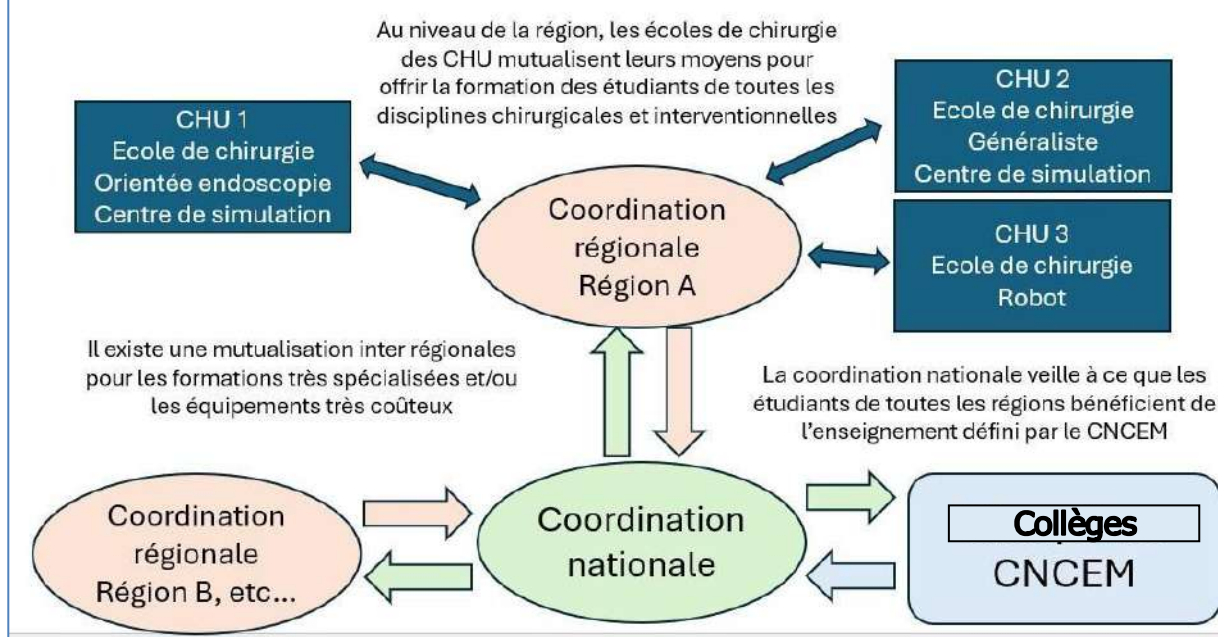
Les chiffres d'étudiants en DES de chirurgie indiqués pour les différentes régions proviennent des données ONDPS 2023. Dans les carrés, les chiffres régionaux provenant de l'addition des chiffres des différents CHU de la région. Dans les ovales, l'addition de chiffres de régions contiguës (par année/sur 6ans).

Pour les CHU ultramarins, il faut évaluer s'il existe une possibilité de formation à proximité géographique.

Une coordination nationale dont le responsable dispose d'un secrétariat veille à la bonne organisation de l'enseignement dans chaque région et fait l'intermédiaire avec le CNCM pour la définition de l'enseignement et de l'évaluation dans chaque discipline.

Un exemple d'organisation des écoles de chirurgie est donné sur la figure 2.

Exemple d'organisation régionale des écoles de chirurgie



Équipement d'une École de chirurgie à l'échelon régional :

Cet équipement peut varier d'une discipline chirurgicale à l'autre mais comporte un certain nombre de fondamentaux :

- Salle d'opération pour corps donnés à la science et pièces anatomiques
- Salle d'opération pour gros animaux
- Table radiologique
- Banc de microchirurgie
- Banque de vidéos commentées
- Mannequins
- Simulateurs numériques
- Robots
- Equipement de réalité virtuelle
- Equipement de jumeau numérique
- Equipement d'endoscopie interventionnelle
- Serveur

L'ensemble de ces équipements n'est pas obligatoirement présent sur un seul site, mais l'ensemble des sites d'une région doit fournir, si possible, un accès à tous ces équipements.

Le recours à ces équipements, en général coûteux, doivent être optimisés, visant à les utiliser 40 semaines par an, à l'instar de ce qui se fait en aéronautique :

- 1- En les attribuant chaque fois que c'est possible à la formation de plusieurs disciplines chirurgicales et/ou interventionnelles.
- 2- En ouvrant leur utilisation à un niveau interrégional, national ou international.

L'organisation des programmes dans les Ecoles de Chirurgie doit tenir compte de cette optimisation de l'utilisation. Pour certaines spécialités dont le nombre de DES est limité au niveau national et dont les formations techniques convergent (vasculaire, cardiovasculaire, neuroradiologie, radiologie interventionnelle...) il est possible d'imaginer un parc commun de simulateurs occupés de façon optimale.

Personnels affectés à chaque type d'équipement :

À définir, pour chaque type d'équipement.

S'inspirer des chiffres des Ecoles de Chirurgie actuelles pour chaque type d'équipement : don du corps et utilisation, salle d'opération pour gros animaux, SimLife, accompagnement aux simulateurs, accompagnement aux robots.

Chaque fois que c'est possible, les entreprises fourniront du personnel pour l'entraînement des étudiants à l'utilisation d'équipements coûteux, en plus des formateurs médicaux, dans le respect de la réglementation.

Financement des écoles de chirurgie :

Les Ecoles de Chirurgie doivent avoir la certification Qualiopi de façon à pouvoir bénéficier des financements de la Formation Continue. Cette certification Qualiopi est un gage de qualité qui peut aider à la demande d'une reconnaissance institutionnelle et de financements

1- Équipement

Il faut mettre à niveau l'existant afin de remplir les missions fixées. Cette mise à niveau est guidée par les coordinations régionales et nationale pour optimiser l'acquisition de nouveaux équipements.

La labellisation institutionnelle des Ecoles de Chirurgie sera un argument pour obtenir des financements.

Les sources de financement potentielles pour mettre à niveau les équipements sont :

- Universités
- CHU
- Région
- Industriels : Pour les équipements très coûteux, en particulier de type robot, mannequin, ou simulation de haut niveau, l'acquisition et la maintenance devraient être assurées, au moins en partie, par les entreprises manufacturières. L'entraînement sur ces équipements avec l'assistance de personnels issus de ces entreprises devrait intervenir

au niveau de l'Ecole de Chirurgie plutôt que de la salle d'opération. On peut aussi envisager que les écoles de chirurgie jouent un rôle de formation d'une partie des personnels (techniciens – commerciaux –ingénieurs) de ces industriels et que des contrats public-privés en émanent /partenariat en R&D de ces appareils

- Agences (exemple ABM pour l'EFPMO)
- Programmes nationaux de type France 2030
- Dispositif Fonds National de l'Emploi (FNE)
- Compagnies d'Assurances professionnelles
- Mutuelles
- Appels à projets divers

En 2020, Xavier Martin estimait que le budget d'équipement moyen d'une Ecole de Chirurgie était de 1M€ (Journal de Chirurgie Viscérale 2020 ;157 : S89-S94). Ces chiffres doivent être réévalués.

2- Fonctionnement

Les ressources humaines en dehors des personnels médicaux dédiés : à définir en fonction du nombre d'étudiants et de l'équipement.

Les frais de fonctionnement de consommables et de petit matériel. Les frais généraux de fluides et énergie.

Ces frais de fonctionnement des Écoles de Chirurgie devraient être pris en charge par les Universités/CHUs. Ils peuvent être partagés avec les organismes/institutions cités plus haut, et par la Formation Continue.

Le Business Model de quelques Écoles de Chirurgie montre qu'il existe le plus souvent un mix entre des aides institutionnelles et des aides privées par les entreprises. Une reconnaissance institutionnelle des Écoles de Chirurgie et la certification Qualiopi peuvent être mis en avant pour s'adresser à des organismes financeurs. Les Écoles de Chirurgie doivent avoir le statut d'organismes de formation continue et acquérir la Certification Qualiopi de façon à pouvoir financer les enseignants et les frais de fonctionnement.

Dans l'article cité ci-dessus, Xavier Martin estimait que le budget de fonctionnement annuel pour l'accueil de 20 étudiants (salaires compris) était de 300 000 €, soit 15 000 €/par étudiant, par an. En 2024, ces chiffres doivent probablement être réévalués.

Financement des étudiants pendant leur DES :

Pour la phase socle, la phase d'approfondissement et la phase de consolidation des spécialités chirurgicales et des disciplines interventionnelles entrant dans le cadre de DES, ainsi que pour les formations de type prépa-bloc et les compétences non techniques, un financement institutionnel universitaire/hospitalier doit être fourni aux étudiants couvrant leur déplacement, et l'hôtellerie.

Le groupe simu de la CNCM a réalisé un travail préparatoire en vue d'un financement ministériel dédié au programme simu E3C

Les collèges et sociétés savantes proposent des bourses de formation à l'attention d'ateliers ou

« bootcamps », dès lors qu'ils sont rendus obligatoires dans les maquettes actuelles ou à venir du DES.

Dans la mesure du possible, l'enseignement lui-même est gratuit pour les étudiants. Les revenus provenant de la Formation Continue peuvent être utilisés pour les frais liés à la formation des étudiants. Les étudiants peuvent bénéficier d'aides privées mais il est recommandé que ces aides se fassent et soient gérées par les universités/CHU.

Pour la formation en dehors du programme des DES, le financement est assuré par les étudiants qui souhaitent améliorer leur formation.

Les fonds récoltés par la Formation Continue doivent participer au financement de la formation des étudiants.

La coordination nationale et les coordinations régionales, ont parmi leur rôle, l'harmonisation du financement des Ecoles de Chirurgie.

ASPECTS SPÉCIFIQUES DES DIFFÉRENTES SPECIALITÉS CHIRURGICALES

Dans le cadre de sa réflexion sur la Formation Pratique des Opérateurs, l'Académie souhaite préciser les variations entre les spécialités.

Ainsi 13 groupes, un par spécialité, ont été constitués.

Chaque groupe est constitué par un formateur en activité et un jeune chirurgien. Ils ont toute latitude pour élargir leur équipe.

Le questionnaire générique suivant a été adressé aux différentes spécialités.

Faut-il former tous les chirurgiens de votre spécialité à toutes les interventions ?

Parmi les actes marqueurs de votre spécialité, quelles sont celles qui relèvent de la phase de spécialisation, après la fin de 1^{ère} année de Docteur Junior.

Quels moyens de formation, Quels seuils, Quels lieux apparaissent nécessaires ?

A partir de 2 à 7 interventions de votre spécialité que vous aurez choisies, pouvez-vous préciser pour chacune d'entre elles :

Quels sont les moyens de formation actuels (en dehors du compagnonnage :

Indispensables, Utiles, Inutiles

Dissections au laboratoire anatomique

Interventions sur le gros animal

Interventions sur le petit animal

Vidéos non commentées, commentées

Simulation physique

Simulation Numérique

Quels seuils sont nécessaires à la fin de la première année de Docteur Junior, pour permettre une autonomie satisfaisante ?

Y a-t-il un besoin de stage en secteur privé-Espic ? Oui, Non

11 spécialités ont répondu. Les réponses sont présentées ici :

<https://www.academie-chirurgie.fr/admin/uploads/media/photo/0001/07/d2be4dd1721b3ad539073edf4985ab0a072587d9.pdf>.

Il s'agit d'une photographie qui ne saurait refléter l'opinion des organismes professionnels de chaque spécialité.



ACADÉMIE NATIONALE
de CHIRURGIE
French Academy of Surgery



FAUT-IL FORMER TOUS LES CHIRURGIENS DE VOTRE SPECIALITE A TOUTES LES INTERVENTIONS ?

GYNECOLOGIE OBSTETRIQUE

Rapporteurs : Frédéric Glicenstein (AGOF), Professeur Philippe Descamps (CNGOF).

Avec l'aide précieuse de Patrice Crochet et Laura Puroski.

Méthodes de recueil des résultats :

- Questionnaire envoyé aux jeunes gynécologues obstétriciens en formations via la mailing list de l'association des gynécologues obstétriciens en formation
- existence d'une thèse effectuée sur le sujet par Laura Puroski, encadrée par Patrice Crochet
- existence d'une enquête effectuée auprès des universitaires par la société française de chirurgie pelvienne
-

A / Les actes suivants sont nécessaires et doivent être appris au plus tard avant la fin de la première année de docteur junior ? (Si on coche la case cela signifie un apprentissage nécessaire avant le DJ2)

Résultats validés par plus de 90% des répondants :

En premier opérateur : Salpingectomie par coelioscopie, torsion d'annexe par coelioscopie, pose d'un ballonnet de tamponnement intra utérin, accouchement instrumental et suture obstétricale, Manœuvre obstétricale d'urgence (réduction de dystocie, rétention de tête dernière), échographie d'urgence (recherche de grossesse extra utérine, estimation du poids fœtal, du bien être fœtal), aspiration chirurgicale complexe (pose de sonde de Foley, premières étapes opératoires en cas de complications hémorragiques), césarienne « code rouge » (urgence extrême)

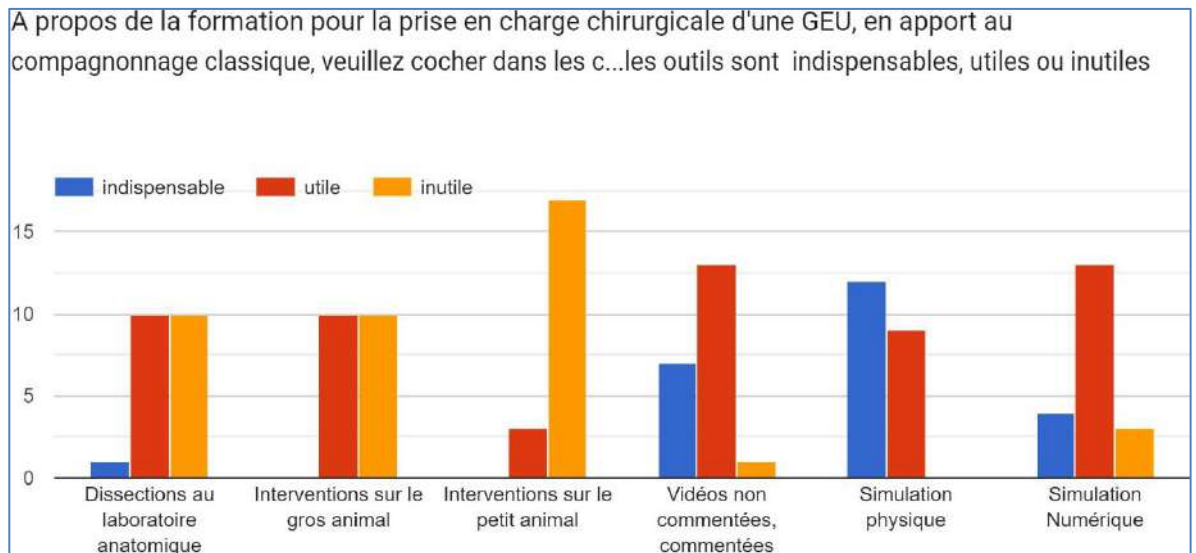
Non unanimes mais considérés comme invalidants si non acquis pour le DES :

Prise en charge chirurgicale d'un périnée complet obstétrical, traitement chirurgical d'un abcès du sein

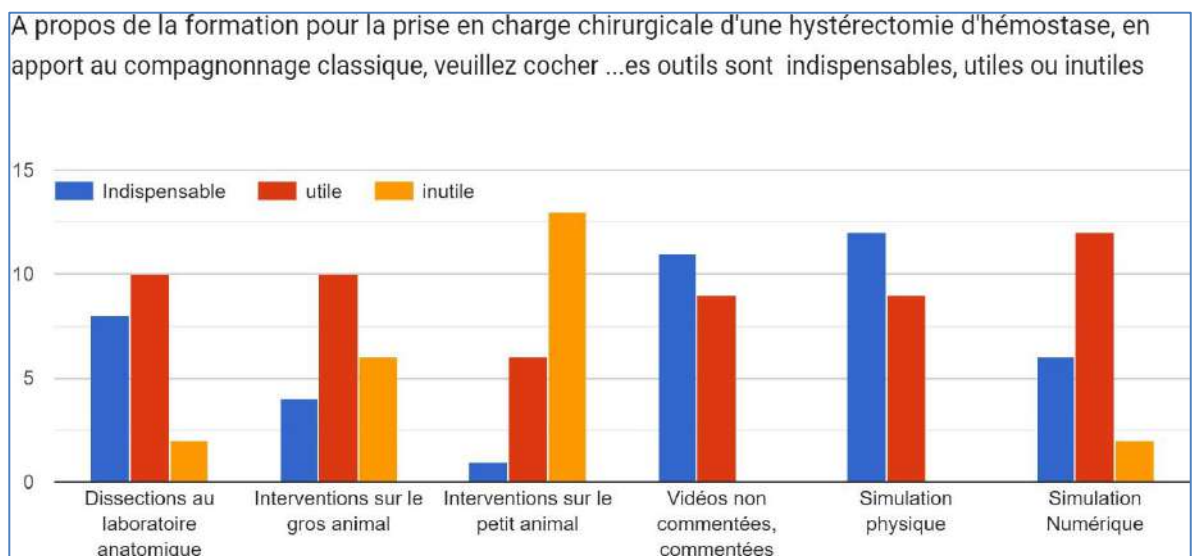
Source de débat :

Manœuvre obstétricale d'urgence : rare et très grave, formation par la simulation. Hystérectomie d'hémostase (idem), mais non considéré comme indispensable pour le DES

B / A propos de la formation pour la prise en charge chirurgicale d'une GEU, en apport au compagnonnage classique, veuillez cocher dans les colonnes suivantes si les outils sont indispensables, utiles ou inutiles

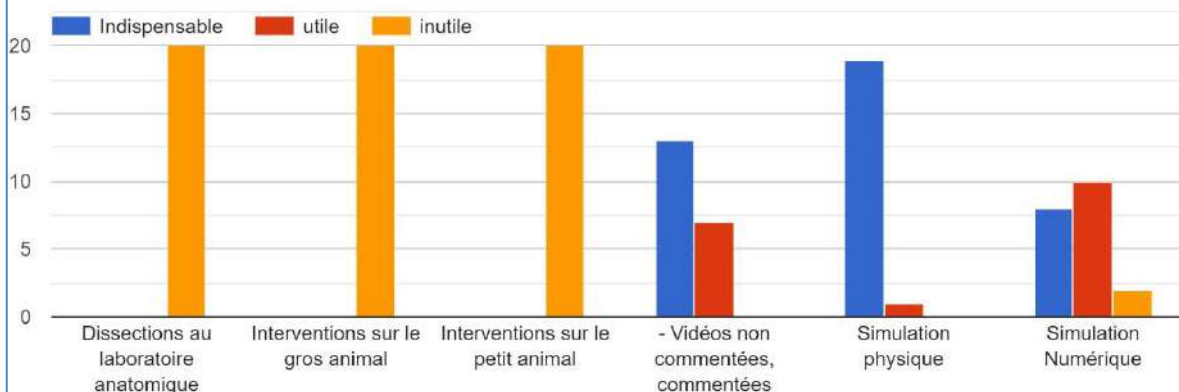


- C) A propos de la formation pour la prise en charge chirurgicale d'une hystérectomie d'hémostase, en apport au compagnonnage classique, veuillez cocher dans les colonnes suivantes si les outils sont indispensables, utiles ou inutiles

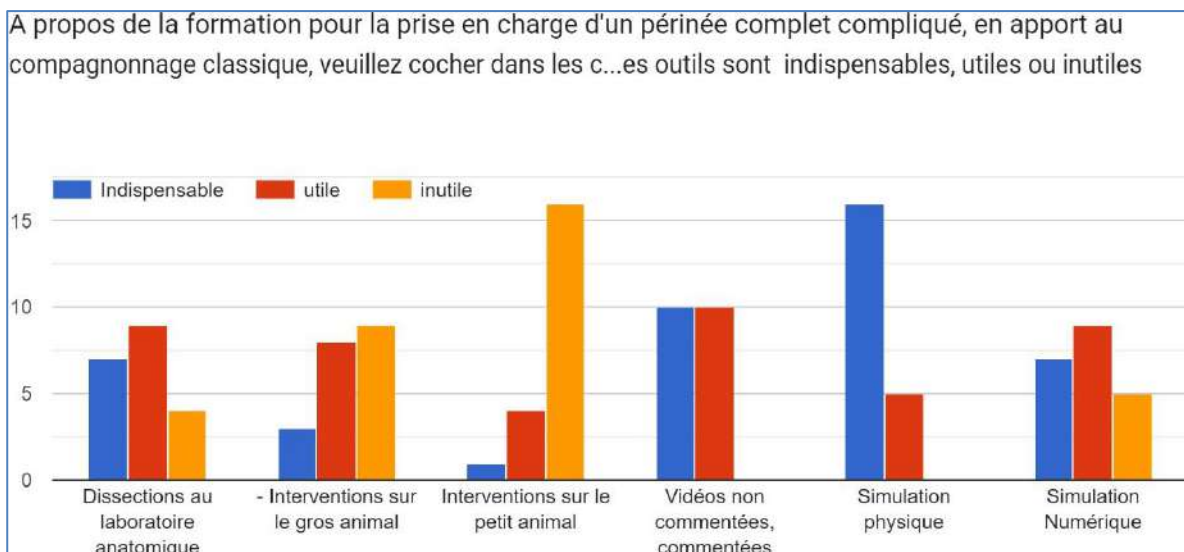


- D) A propos de la formation pour la prise en charge d'une manœuvre obstétricale d'urgence type dystocie, rétention de tête dernière, en apport au compagnonnage classique, veuillez cocher dans les colonnes suivantes si les outils sont indispensables, utiles ou inutiles

A propos de la formation pour la prise en charge d'une manœuvre obstétricale d'urgence type dystocie, rétention de tête dernière, en apport au co... les outils sont indispensables, utiles ou inutiles



E) A propos de la formation pour la prise en charge d'un périnée complet compliqué, en apport au compagnonnage classique, veuillez cocher dans les colonnes suivantes si les outils sont indispensables, utiles ou inutiles

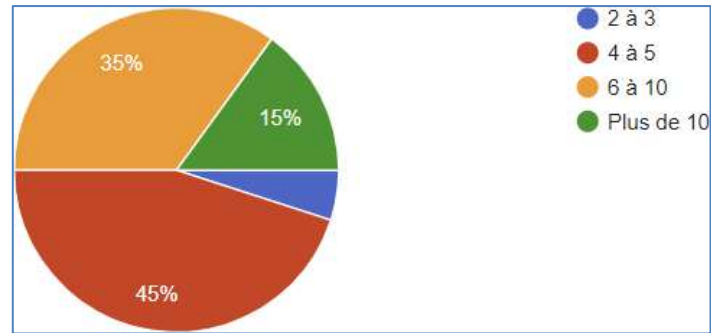


Résumé : Plus de 12 actes sont dits « essentiels » pour la formation. Ces actes sont très variés car ils concernent des techniques variées : accouchements, instruments obstétricaux, échographie, laparotomie, voie vaginale, coelioscopie. On observe que la formation aux actes nécessaire requiert des actes « rares et urgents » pour lesquels la simulation est adaptée. La simulation physique est considérée indispensable par une majorité des répondants.

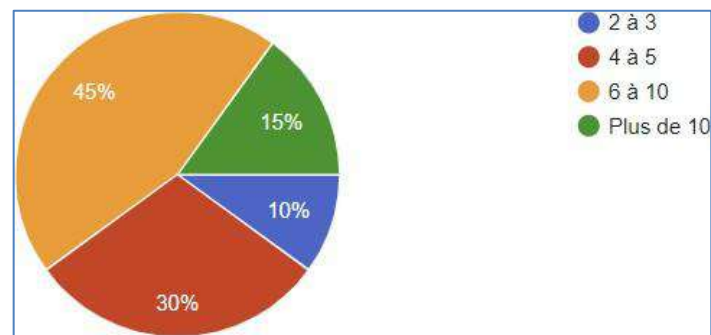
1) Seuils de pratique pour atteindre l'autonomie

A) Quel est selon vous le seuil à partir duquel on peut être autonome pour une prise en charge chirurgicale d'une

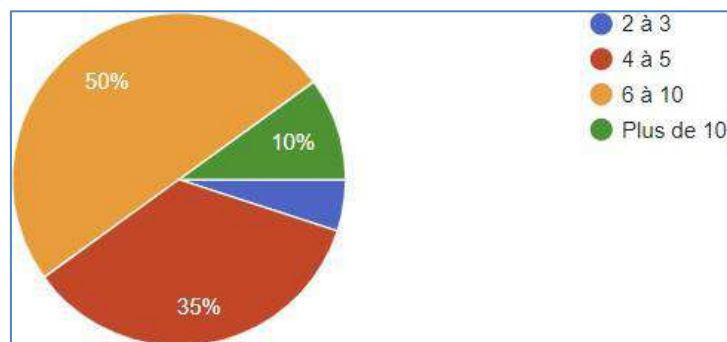
grossesse extra utérine ?



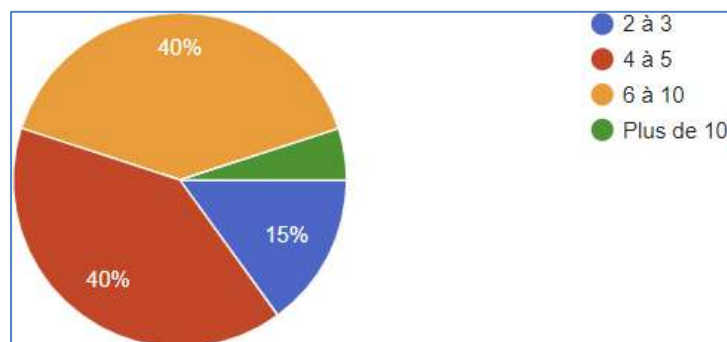
B) Quel est selon vous le seuil à partir duquel on peut être autonome pour une prise en charge chirurgicale d'une hystérectomie d'hémostase ?



C) Quel est selon vous le seuil à partir duquel on peut être autonome pour une prise en charge de manœuvres obstétricales type dystocie des épaules, rétention de tête dernière, version manœuvres internes

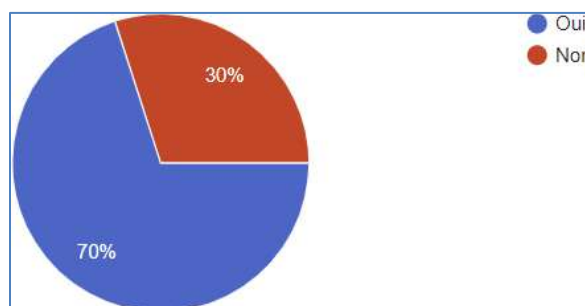


D) Quel est selon vous le seuil à partir duquel on peut être autonome pour une prise en charge chirurgicale d'un périnée complet compliqué



Résumé : Plus de 85% de l'effectif estime un seuil minimal à 4-5 procédures pour acquérir l'autonomie

2) Y a-t-il un besoin de stage en secteur privé-Espic ?



Conclusions pour la gynécologie obstétrique :

Plus de 12 actes sont dits « essentiels » pour la formation.

Ces actes sont très variés car ils concernent des techniques variées : accouchements, instruments obstétricaux, échographie, laparotomie, voie vaginale, coelioscopie.

On observe que la formation aux actes nécessaire requiert des actes « rares et urgents » pour lesquels la simulation est adaptée. La simulation physique est considérée indispensable par une majorité des répondants. Plus de 85% de l'effectif estime un seuil minimal à 4-5 procédures pour acquérir l'autonomie sur des actes « difficiles, peu fréquents et nécessaires ». 70% de l'effectif estime qu'une formation en Espic serait utile.

ORTHOPEDIE

**Pr Lustig Sébastien, PUPH (Lyon)
Dr Delafontaine Arnaud, Dr Junior (Bruxelles)**

Relecture et remerciements : Dr Grégoire Micicoi, Dr Pascal Guillon, Dr Aymane Tlidi

1. Faut-il former tous les chirurgiens de votre spécialité à toutes les interventions ?

La formation de traumatologie devrait être acquise par tous les orthopédistes sortant de l'internat, exception faite de fracture nécessitant une expertise dans le domaine.

Par simplification didactique et soucis pédagogique, nous avons dissocié dans l'analyse ci-dessous la localisation anatomique (membre supérieur, membre inférieur, rachis) et les interventions chirurgicales traumatologiques et froides programmées. En réalité, après concertation avec les pairs et référents seniors, il serait plus pertinent de simplement classer avec : les ostéosynthèses (enclouage centromédullaire, plaque vissée), la chirurgie froide comprenant notamment la chirurgie prothétique et arthroscopique.

Voici les interventions sélectionnés en chirurgies orthopédiques et traumatologiques incluant la chirurgie programmée:

I. Membre supérieur

- 1) Ostéosynthèse humérale
- 2) Ostéosynthèse de radius distal
- 3) Canal carpien

II. Membre inférieur

- 1) Enclouage centromédullaire fémoral
- 2) Prothèse intermédiaire et totale de hanche
- 3) Prothèse totale de genou
- 4) Arthroscopie (ménisques et ligament croisé antérieure)
- 5) Ostéosynthèse malléolaire (bi - tri)

III. Localisations anatomiques complémentaires comprenant le bassin et le rachis

- 6) Damage control et chirurgie du rachis

2. Quels sont les moyens de formation actuel (i) ? Quels seuil et continuum de difficultés (ii) ? quels lieux apparaissent nécessaire (iii) ? Remarques (iv)

Le support de formation actuel reste le support papier, la diapositive et le compagnonnage. Les industriels sont les principaux formateurs sur cadavre, simulation physique ou numérique et sont les principaux pourvoyeurs de vidéo (pour l'utilisation de leur matériel).

Nous détaillons ci-dessous les moyens :

1. Dissection en laboratoire : indispensable, insuffisant en pratique (nombre de session se compte sur les doigts d'une main)

2. Intervention sur le petit et gros animal : plutôt utile, rarissime (damage control)
3. Vidéo commentée, non commentée : très utile, devrait être mis plus en valeur.
4. Simulation physique : assez présent, souvent organisé par firme, Ao, à développer au niveau universitaire /hospitalier
5. Simulation numérique /virtuelle : rarement accessible compte tenu du prix et ou accessibilité. Excellent drill sur les étapes opératoire. Lorsqu'il est acquis par une université il est souvent sous utilisé.

Il faut tenir compte des différents domaines de prédilection et du niveau chirurgical de l'interne. Il existe un continuum de difficulté pour une technique donnée, en fonction de beaucoup de paramètres dont probablement un des plus importants le type « fracturaire ». Toutes les interventions nécessitent une information éclairée du patient, un respect de la check-list HAS, une gestion de l'installation du patient, et une utilisation appropriée de la scopie selon ALARA.

Concernant le lieu, l'orthopédie froide est plus développée dans le privé sauf centre de référence ou orientation d'activité. La traumatologie est retrouvée dans les deux mais notifiées toutefois que la traumatologie lourde est généralement effectuée en CHU avec trauma center notamment. Le public a plus souvent une organisation pédagogique.

I. Membre supérieur

1) Ostéosynthèse humérale

i) Moyens de formation

	Indispensable	Utile	Inutile
Dissection en laboratoire	X		
Intervention sur le petit animal			X
Intervention sur le gros animal			X
Vidéo		X	
Simulation physique	X		
Simulation numérique /virtuelle		X	

ii) Continuum de difficultés

- Objectif d'acquisition en 5ème année pour classification Ao: 11B1 (voir Annexe)
- Objectif d'acquisition en ≥ 6ème année pour classification Ao : 11C3, 12C3

iii) Prérequis : Quels seuils sont nécessaires à la fin de la première année de Dr Junior ?

- Enclouage court

- Enclouage long

iv) **Remarque**

- Objectif d'acquisition pour la 5eme année Voie delto-pectorale
- Objectif d'acquisition pour la 5eme année pour classification Voie trans-deloïdienne

2) **Ostéosynthèse de radius distal**

i) **Moyens de formation**

	Indispensable	Utile	Inutile
Dissection en laboratoire	X		
Intervention sur le petit animal			X
Intervention sur le gros animal			X
Vidéo		X	
Simulation physique	X		
Simulation numérique /virtuelle			X

ii) **Continuum de difficultés**

- Objectif d'acquisition en 5eme année pour classification Ao: 2R3A
⇒ Acquisition gestion fractures Pouteau-Colles / fracture Goyrand-Smith
- Objectif d'acquisition en 6eme année pour classification Ao: ER3Bl
⇒ Acquisition gestion fractures Barton et Chauffeur
- A garder pour interne/ CCA / assistant spécialiste avec un tropisme pour la main / membre supérieure : pour classification Ao 2R3C Comminutif

iii) **Prérequis : Quels seuils sont nécessaire à la fin de la première année de Dr Junior ?**

- Plaque palmaire radius distal
- Réduction à foyer fermé
- Fixateur externe
- Kapandji

iv) **Remarque**

- Objectif d'acquisition pour la 5eme année : Voie de Henry ou modifiée
- Objectif d'acquisition pour la 5eme année : Voie dorsale => Si spécialisé dans la main ou garder pour internes plus avancés

3) Canal carpien

i) Moyens de formation

	Indispensable	Utile	Inutile
Dissection en laboratoire	X		
Intervention sur le petit animal			X
Intervention sur le gros animal			X
Vidéo		X	
Simulation physique			X
Simulation numérique /virtuelle			X

ii) Continuum de difficultés

- Décompression en urgence associé à syndrome des loges
- Gestion d'une récurrence => Si spécialisé dans la main ou garder pour internes plus avancés

iii) Prérequis : Quels seuils sont nécessaires à la fin de la première année de Dr Junior ?

- Voie d'abord chirurgicale
- Variation anatomique

iv) Remarque

- Objectif d'acquisition pour la 5ème année : voie d'abord principalement open
- Endoscopie => Si spécialisé dans la main ou garder pour internes plus avancés, et/ ou en fonction des habitudes du centre
- Mini invasif sous Echographie => Si spécialisé dans la main ou garder pour internes plus avancés et/ ou en fonction des habitudes du centre

II. Membre inférieur

4) Enclouage centromédullaire fémoral

i) Moyens de formation

	Indispensable	Utile	Inutile
Dissection en laboratoire		X	
Intervention sur le petit animal			X

Intervention sur le gros animal			X
Vidéo	X		
Simulation physique	X		
Simulation numérique /virtuelle		X	

ii) Continuum de difficultés

- Objectif d'acquisition en 1ere année d'internat : Enclouage court
- Objectif d'acquisition en 2eme année d'internat : Enclouage long
- Objectif d'acquisition en 3eme année d'internat : Voie mini open si difficulté de réduction anatomique
- Objectif d'acquisition en 4eme année d'internat : gestion des fractures comminutives / ouverte / complexe / étendues du fémur proximale – diaphysaire

iii) Prérequis : Quels seuils sont nécessaires à la fin de la première année de Dr Junior ?

- Gestion de la scopie face et profil
- Installation de la table de traction

iv) Remarque

- Intérêt de l'alésage centromédullaire

5) Prothèse intermédiaire et totale de hanche

i) Moyens de formation

	Indispensable	Utile	Inutile
Dissection en laboratoire	X		
Intervention sur le petit animal			X
Intervention sur le gros animal			X
Vidéo	X		
Simulation physique	X		
Simulation numérique /virtuelle		X	

ii) Continuum de difficultés

- Objectif d'acquisition en 5eme année: pour classification Ao 31B
- Prothèse non cimentée et cimentée
- Reprise de prothèse en 6eme année

iii) **Prérequis : Quels seuils sont nécessaire à la fin de la première année de DrJunior ?**

- Triple vissage / DHS
- enclouage long et court du fémur
- Cerclage fémur .
- Plaque fémorale latérale

iv) **Remarque**

- Voie de Hardinge ou de Moore plus accessible
- Voie de Hueter pour les centres qui la pratique

6) **Prothèse totale de genou**

i) **Moyens de formation**

	Indispensable	Utile	Inutile
Dissection en laboratoire		X	
Intervention sur le petit animal			X
Intervention sur le gros animal			X
Vidéo	X		
Simulation physique	X		
Simulation numérique /virtuelle	X		

ii) **Continuum de difficultés**

- Objectif d'acquisition en 5eme année pour les internes s'orientant versle membre inférieure
- Prothèse primaire
- Reprise de prothèse / anatomie complexe :
Objectif d'acquisition ≥6eme année, voir ≥
clincat
- Méga prothèse : Objectif d'acquisition ≥ clincat

iii) **Prérequis : Quels seuils sont nécessaire à la fin de la première année de DrJunior ?**

- Transposition de TTA (débrouillage)
- Gestion Release ligamentaire
- Gestion Maltracking patellaire

iv) **Remarque**

- A adapter en fonction de la surspécialité de l'interne et de son tropisme

7) Arthroscopie (ménisques et ligament croisé antérieure)

i) Moyens de formation

	Indispensable	Utile	Inutile
Dissection en laboratoire	X		
Intervention sur le petit animal			X
Intervention sur le gros animal			X
Vidéo		X	
Simulation physique	X		
Simulation numérique /virtuelle	X		

ii) Continuum de difficultés

- Objectif d'acquisition en 5eme année :
suture méniscale out-in ; in-out ; in-in ;
ménisectomie partielle
- Objectif d'acquisition en $\geq$ 5eme année : reconstruction
ligament croisé
antérieure

iii) Prérequis : Quels seuils sont nécessaire à la fin de la première année de Dr Junior ?

- Exploration et repérage anatomique arthroscopique
- Lavage arthroscopique
- Voies d'abord chirurgicale

iv) Remarque

- Réparation du ligament croisé postérieure
en centre de référence, pour internes à
tropisme « membre inférieure », $\geq$
CCA/assistants

8) Ostéosynthèse bi-tri malléolaire

i) Moyens de formation

	Indispensable	Utile	Inutile
Dissection en laboratoire		X	
Intervention sur le petit animal			X
Intervention sur le gros animal			X

Vidéo		X	
Simulation physique	X		
Simulation numérique /virtuelle			X

ii) **Prérequis : Quels seuils sont nécessaire à la fin de la première année de Dr Junior ?**

- Fixateur externe
- plaque fibulaire , compression interfragmentaire
- vissage malléolaire interne
- Cerclage haubanage malléolaire interne
- vis de syndesmose / endo-bouton

iii) **Continuum de difficultés**

- Objectif d'acquisition en 5eme année pour classification Ao: 44B1
- Objectif d'acquisition en 5eme année pour classification Ao: 44B2
- Objectif d'acquisition en 6e avec tropisme : réduction d'un fragment de Volkmann
- Objectif d'acquisition en 6e avec aide pour les pilon fort déplacé

iv) **Remarque**

- pour classification Ao 44B2.1 44B2.1 - il faut réaliser une suture d'ligamentaire deltoïde

III. **Localisations anatomiques complémentaires comprenant le bassin et le rachis**

9) **Damage control et chirurgie du rachis**

Le damage control correspond au contrôle des plaies, hémorragie, stabilisation de fracture par Fixateur externe. A noter que la chirurgie du rachis ne fait pas partie du damage control.. Elle est faite généralement dans des centres spécialisés et rarement en extrême urgence. La chirurgie du rachis est partagée entre 2 disciplines : la chirurgie orthopédique et la neurochirurgie selon les CHU, centre d'expertise, trauma center et régions.

Cette partie nécessite un important travail d'équipe, en fonction de la gravité et du nombre de co-traumatisme et de la stabilité du patient. Doit être acquis durant les deux dernières années (Dr Junior)

i) **Moyens de formation**

	Indispensable	Utile	Inutile
Dissection en laboratoire		X	
Intervention sur le petit animal	194		X

Intervention sur le gros animal		X	
Vidéo		X	
Simulation physique	X		
Simulation numérique /virtuelle	X		

ii) continuum de difficultés

Fracture instable du pelvis

- Objectif d'acquisition en 5eme année : fixateur externe
- Syndrome du compartiment / loge aigue
 - Objectif d'acquisition en 5eme année
- fracture associé au traumatisme vasculaire
 - Objectif d'acquisition en 5eme année
- luxation.
 - Objectif d'acquisition en 5eme année
- Amputation
 - Objectif d'acquisition en 5eme année
- fracture ouverte
 - Objectif d'acquisition en 5eme année
- rachis* - En fonction des centre (neurochirurgie versus Orthopédie)
 - Objectif d'acquisition en 6eme année pour orientation chirurgie du rachis
- Fracture instable du rachis
 - Objectif d'acquisition en 6eme année pour orientation chirurgie du rachis
- syndrome de la queue de cheval
 - Objectif d'acquisition en 6eme année pour orientation chirurgie du rachis

3. Seuils d'intervention en nombre (n) pour être autonome à l'arrivée en Dr Junior

Membre supérieur

- 1) Ostéosynthèse humérale : n= 5-10
- 2) Ostéosynthèse de radius distal : n= 5-10
- 3) Canal carpien : n= 10

Membre inférieur

- 4) Enclouage centromédullaire fémoral : n= 5-10
- 5) Prothèse intermédiaire et totale de hanche : n= 20-25
- 6) Prothèse totale de genou : n= 20-25
- 7) Arthroscopie (ménisques et ligament croisé antérieure) : n= 30-40
- 8) Ostéosynthèse malléolaire (bi - tri) n= 15

Autres localisations anatomiques comprenant le bassin et le rachis

- 9) Damage control : fixateur externe n= 5-10

4. Besoin de Stage en secteur privé ESPIC nécessaire

Membre supérieur

- 1) Ostéosynthèse humérale : NON
- 2) Ostéosynthèse de radius distal : NON
- 3) Canal carpien : OUI si pas de SOS main dans le CHU de référence

Membre inférieur

- 4) Enclouage centromédullaire fémoral : NON
- 5) Prothèse intermédiaire et totale de hanche : NON
- 6) Prothèse totale de genou : OUI selon centre expert, reprise spécialisée et /ou oncologique le plus souvent en CHU
- 7) Arthroscopie (ménisques et ligament croisé antérieure) : OUI selon centre expert mais le plus souvent en CHU
- 8) Ostéosynthèse malléolaire (bi - tri) : NON

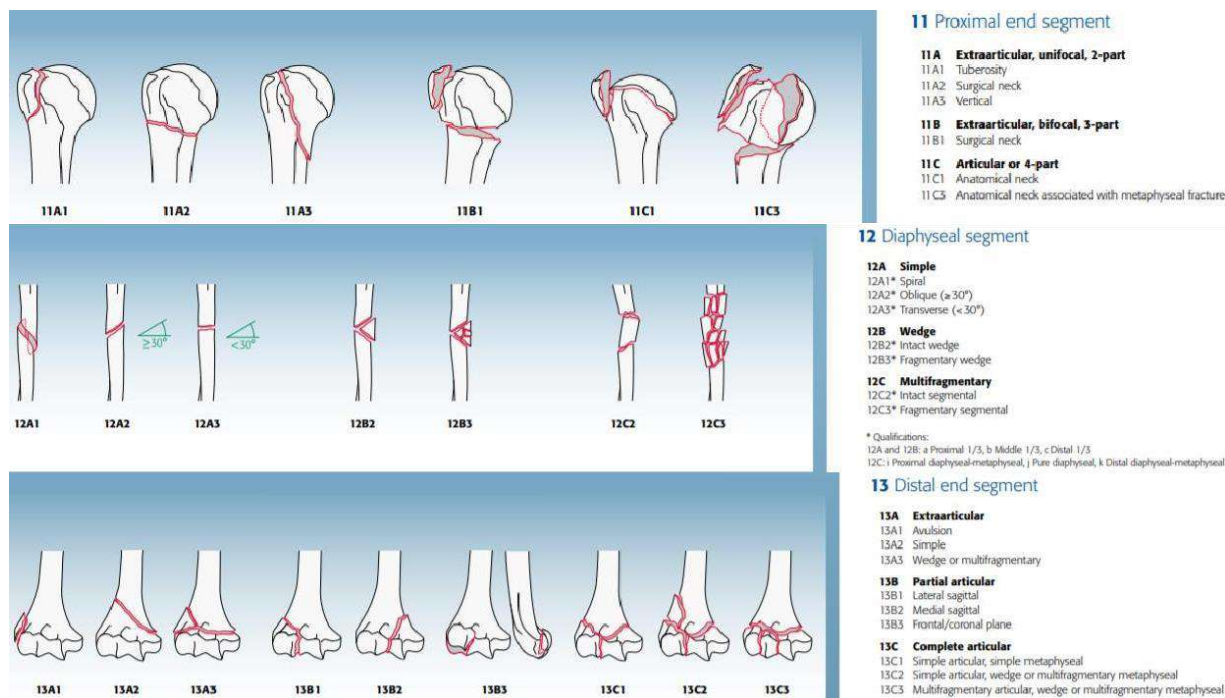
Autres localisations anatomiques comprenant le bassin et le rachis

- 9) Damage control : chirurgie du rachis traumatologique OUI si pas fait par les orthopédistes au CHU de référence pour fracture stable/instable du rachis et décompression syndrome de la queue de cheval

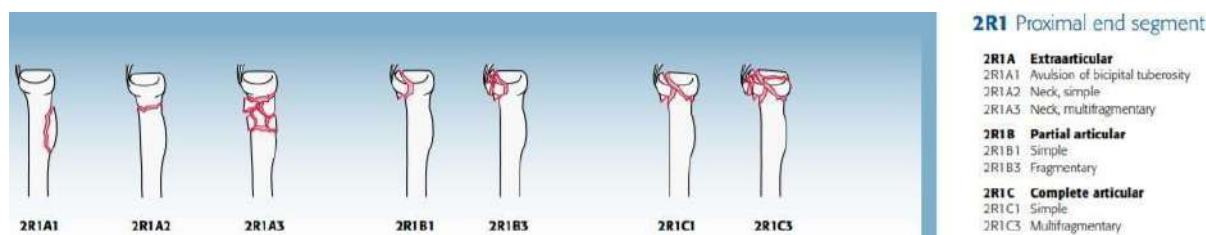
Annexe : La classification AO des fractures osseuses

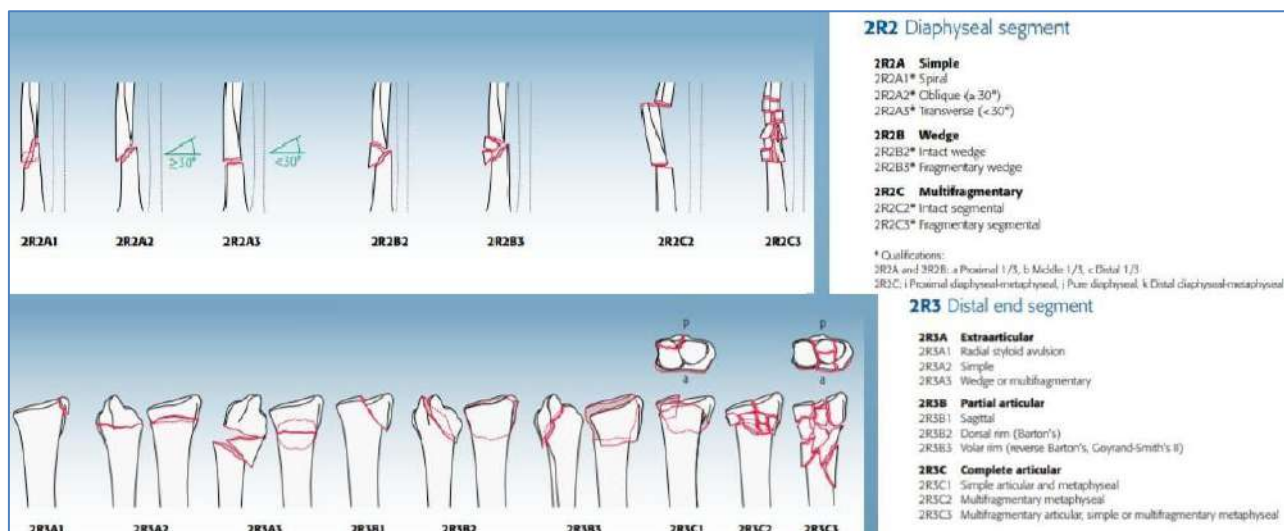
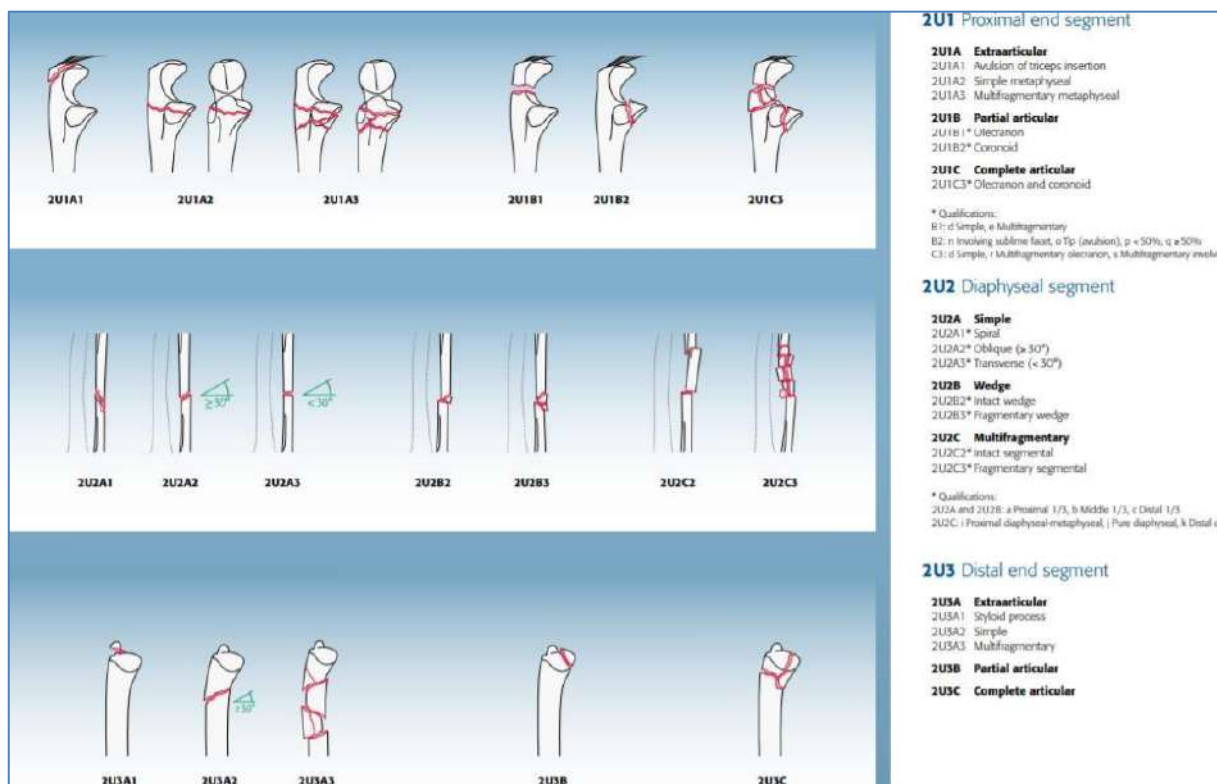
L'ensemble des figures présentées ici sont issues du travail du Pr P Wauthy et Louise Lempereur du CHU Brugmann (Suisse) Juin 2020

Les fractures de l'humérus



Les fractures de l'ulna et radius





Les Fractures du fémur

31 Proximal end segment

31A Trochanteric region
31A1 Simple peritrochanteric
31A2 Multifragmentary peritrochanteric, lateral wall incompetent (≈ 20.5 mm)
31A3 Intertrochanteric (reverse obliquity)

31B Femoral neck
31B1 Subcapital
31B2 Transcervical
31B3 Basicervical

31C Femoral head
31C1 Split
31C2 Depression

32 Diaphyseal segment

32A Simple
32A1* Spiral
32A2* Oblique ($\geq 30^\circ$)
32A3* Transverse ($< 30^\circ$)

32B Wedge
32B2* Intact wedge
32B3* Fragmentary wedge

32C Multifragmentary
32C2* Intact segmental
32C3* Fragmentary segmental

* Qualifications:
32A and 32B: a Proximal 1/3, b Middle 1/3, c Distal 1/3
32C: i Proximal diaphyseal-metaphyseal, j Pure diaphyseal, k Distal diaphyseal-metaphyseal

33 Distal end segment

33A Extraarticular
33A1 Avulsion
33A2 Simple
33A3 Wedge or multifragmentary

33B Partial articular
33B1 Lateral condyle, sagittal
33B2 Medial condyle, sagittal
33B3 Frontal/coronal

33C Complete articular
33C1 Simple articular, simple metaphyseal
33C2 Simple articular, wedge or multifragmentary metaphyseal
33C3 Multifragmentary articular, simple, wedge or multifragmentary metaphyseal

Les Fractures du tibia, de la Fibula

41 Proximal end segment

41A Extraarticular
41A1 Avulsion
41A2 Simple
41A3 Wedge or multifragmentary

41B Partial articular
41B1 Split
41B2 Depression
41B3 Split depression

41C Complete articular
41C1 Simple articular, simple metaphyseal
41C2 Simple articular, wedge or multifragmentary metaphyseal
41C3 Fragmentary or multifragmentary metaphyseal

42 Diaphyseal segment

42A Simple
42A1* Spiral
42A2* Oblique ($\geq 30^\circ$)
42A3* Transverse ($< 30^\circ$)

42B Wedge
42B2* Intact wedge
42B3* Fragmentary wedge

42C Multifragmentary
42C2* Intact segmental
42C3* Fragmentary segmental

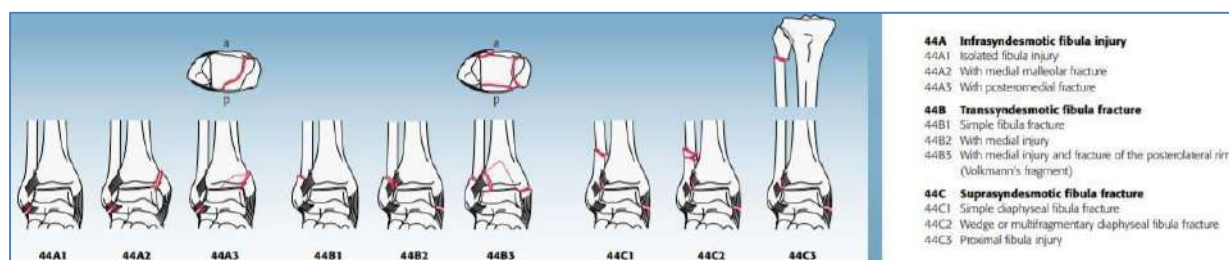
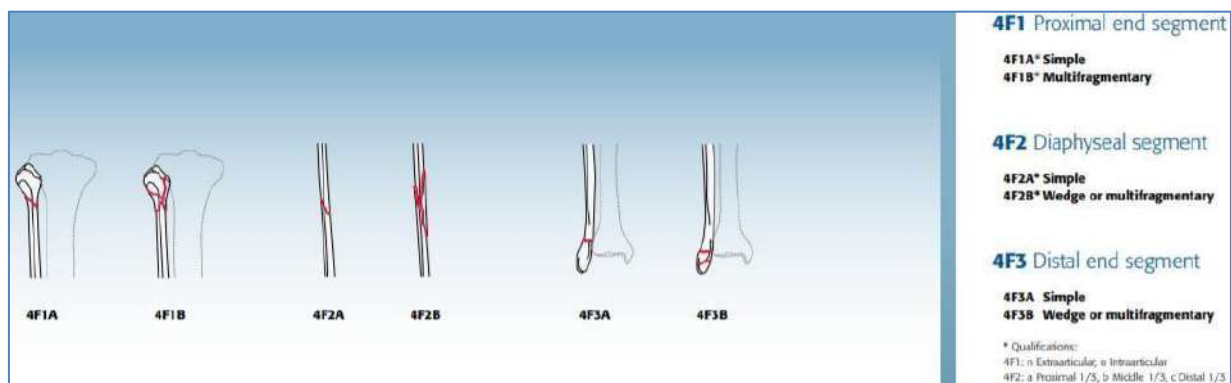
* Qualifications:
42A and 42B: a Proximal 1/3, b Middle 1/3, c Distal 1/3
42C: i Proximal diaphyseal-metaphyseal, j Pure diaphyseal, k Distal diaphyseal-metaphyseal

43 Distal end segment

43A Extraarticular
43A1 Simple
43A2 Wedge
43A3 Multifragmentary

43B Partial articular
43B1 Split
43B2 Split depression
43B3 Depression

43C Complete articular
43C1 Simple articular, simple metaphyseal
43C2 Simple articular, multifragmentary metaphyseal
43C3 Multifragmentary articular and multifragmentary metaphyseal



CHIRURGIE VISCERALE ET DIGESTIVE

Dr Sébastien Frey^{1,2,3}, Dr Alain Valverde⁴

¹Université Côte d'Azur

² Service de Chirurgie digestive, Centre Hospitalo-Universitaire de Nice, France

³ Association des Jeunes Chirurgiens Viscéraux

⁴ Service de Chirurgie digestive, Groupe Hospitalier Diaconesses Croix Saint Simon, Paris, France

Préambule

Nous remercions les membres de l'Académie Nationale de Chirurgie de nous avoir donné l'opportunité de rédiger ce rapport. Nous sommes heureux d'avoir pu mettre en comparaison la vision d'un chirurgien en formation à celle d'un chirurgien expert. Il s'agit d'un privilège de pouvoir faire part de notre réflexion sur cette thématique si importante et nous espérons qu'elle vous sera bénéfique pour l'élaboration de votre rapport. Nous avons tenté de confronter des éléments constants dans le temps à ceux de l'actualité, et d'y associer les données de la littérature.

Introduction

L'histoire de l'enseignement de la chirurgie française est riche de plusieurs siècles. Pionnière dans l'apprentissage médical, la France a fondé la première faculté de médecine à Montpellier au XII^{ème} siècle. S'en est suivi de nombreuses évolutions, avec la création de l'Ecole de Chirurgie à Paris en 1724, l'Académie Royale de Chirurgie en 1743, ou encore les collèges de spécialités au XX^{ème} siècle. Au fil des siècles, le savoir chirurgical s'est transmis par le compagnonnage entre élève et maître, codifié par le Pr HALSTED après son passage en Europe(1). Même si cette transmission est souvent réduite au geste chirurgical pur, le compagnonnage a en réalité un impact bien plus ample sur le chirurgien en formation, tant dans sa vie professionnelle que personnelle. En soi, le compagnonnage est une forme de mise en responsabilité progressive, sous le contrôle attentif de son Maître, permettant l'acquisition d'un savoir *théorique*, d'un savoir-*faire*, et d'un savoir *être* (2). Le Pr FORGUE résumait, dans son ouvrage en 1942, qu'un chirurgien est un "homme qui doit combiner la plus grande dextérité avec les plus hautes capacités intellectuelles et morales" (3).

En France, une succession de réformes du troisième cycle, dont la dernière en 2016, a tenté de formaliser cet apprentissage pour s'accorder aux nouvelles législations, aux transitions générationnelles, et aux mouvances transatlantiques. Le compagnonnage est aujourd'hui mis à défaut par de nouveaux préceptes. L'importance d'un rendement économique du système de santé, une pression éthique de la sécurité du patient avec le slogan '*Jamais la première fois sur le patient*', un fonctionnement hospitalo-universitaire déphasé de l'évolution technologique exponentielle, ou encore la législation des 48 heures en sont quelques explications. Alors que le modèle européen de compagnonnage inspirait autrefois les Etats Unis d'Amérique, c'est désormais vers leur modèle de validation des compétences que se tournent nos instances. La médecine dans son ensemble est en transition constante, avec un changement démographique, technologique, ou encore socio-économique. La place de l'outil numérique de plus en plus importante altère ou modifie la relation directe que pouvait avoir un chirurgien avec son patient. Avec les modifications de comportement des patients et l'évolution de l'administration hospitalière, beaucoup d'éléments contribuent à modifier la vision du métier de chirurgien qui n'est déjà plus celle de nos prédécesseurs. Faisant constat de la situation actuelle, il est logique de s'interroger sur l'efficacité du système de formation

des chirurgiens. Le début du XXI^{ème} siècle a vu apparaître de nouveaux outils de formation, une féminisation de la profession et une complexification de la spécialité en surspécialités. Même si la dernière réforme d'enseignement des internes a tenté de structurer la formation en phases, avec pour objectif une autonomisation progressive, et de prendre en compte ces éléments nouveaux cités ci-dessus, il n'a pas été constaté d'amélioration significative par les internes en chirurgie digestive (4,5). Alors plusieurs questions restent en suspens : Le compagnonnage a-t-il changé avec le temps ? Les outils de formation complémentaire, tel que la simulation, sont-ils réellement utilisés et utiles ? Que doit réellement savoir un chirurgien digestif en fin d'internat ?

L'objectif du présent rapport, sans répondre formellement à ces questions sus-jacentes, est d'exposer une vision globale de la formation en chirurgie, en tenant compte des nouvelles données évolutives de notre société.

I. Faut-il former tous les chirurgiens de votre spécialité à toutes les interventions ?

La chirurgie viscérale et digestive est une spécialité vaste, héritant de la chirurgie générale depuis la filiarisation des spécialités. Elle intègre un vaste champ d'organes et par conséquent de pathologies et d'interventions. Elle implique aussi la possibilité de sur-spécialisation selon les organes (chirurgie hépato-bilio-pancréatique, colo-rectale, oeso-gastrique, pariétale) ou selon les domaines physiopathologiques (oncologique, fonctionnelle, endocrinienne, métabolique, ou encore d'urgence). En préambule à la question de savoir s'il faut former *tous* les chirurgiens digestifs à *toutes* les interventions de la spécialité, il faut considérer trois éléments.

Le premier point, primordial, est le fait que la chirurgie, qui a pour essence la guérison d'un malade par un acte technique, ne peut pas se limiter à purement à celui-ci. La formation d'un chirurgien doit intégrer le raisonnement hypothético-déductif, le processus décisionnel, la gestion des complications, sans oublier les compétences humaines managériales et de communication avec le patient. La maîtrise d'une procédure chirurgicale est indissociable du raisonnement intellectuel qui l'accompagne ainsi que l'évoquent les mots du Pr Loisan : « c'en'est pas parce qu'une intervention est réalisable qu'elle est, chez un patient donné, à un moment donné, souhaitable » (2). On citera un des points de conclusion du rapport de l'Académie Nationale de Chirurgie 2021 : « Les études médicales de 1^{er} et de 2^{ème} cycle forment les étudiant(e)s à la pratique de spécialités médicales, mais ne les préparent pas à la pratique de spécialités chirurgicales ». Aussi, le temps consacré à l'internat permet de « formater » le jeune chirurgien dans le sens de l'acquisition de ces différents *savoirs* qui entourent le geste chirurgical à proprement parler. En cas de faillite d'une telle formation, les chirurgiens exposent leurs patients à un surrisque de complications.

Le deuxième point concerne la durée de formation. Du fait d'une spécialité vaste et variée, il est reconnu que l'internat est une période difficile physiquement et mentalement. L'internat de chirurgie viscérale et digestive vient en deuxième position au classement des spécialités médicales en termes de nombre d'heures passées à l'hôpital, après la neurochirurgie, selon la dernière enquête de l'ISNI (6). Pour acquérir une expertise dans un domaine quelconque, Gladwell définissait la loi des « 10 000 heures » dans son livre intitulé *Outliers : The Story of Success* (7-9). Certains auteurs proposaient de doubler ce palier du fait de la nécessité d'une double formation : un savoir *théorique* et un savoir-*faire* (10). Un interne en chirurgie viscérale français, réalise actuellement une moyenne de 75h de travail hebdomadaire, soit plus de 20 000 heures sur les 6 années de sa formation si l'on y inclut la phase de consolidation. Pour autant, le nombre d'heures allouées à la pratique technique est bien moindre et est évalué autour de 4000 heures, soit un quota de 20% de la formation globale (11). Néanmoins, le quotidien actuel d'un interne en chirurgie implique la réalisation de nombreuses tâches administratives, pouvant atteindre jusqu'à 40% du quota hebdomadaire d'après la dernière enquête de l'ISNI (12). La notion de durée de formation ne peut être discutée sans la mise en évidence de certains freins évoqués plus bas comme la directive européenne sur le temps de travail, les contraintes d'une pandémie comme celle de la COVID19, des contraintes épidémiologiques spécifiques. Bien qu'elle ne soit pas encore appliquée dans la majorité des centres hospitalo-universitaires, la *directive européenne sur le temps de travail* replace cette durée de formation au centre du débat. Il en va de soi que la réalisation *stricto-sensu* de 48 heures hebdomadaires aura pour conséquence une diminution du temps de formation. Ces nouvelles contraintes de durée de travail ne doivent pas pour autant pénaliser dans leur formation les nouveaux jeunes chirurgiens par rapport à leurs collègues plus anciens. Pour garder une qualité de formation suffisante, on suppose donc que d'autres moyens soient mis en place pour suppléer au temps hospitalier et

redonner à l'interne du temps de formation, telle que la simulation numérique, la pratique au laboratoire d'anatomie, le coaching vidéo, etc. Or ces moyens sont pour la plupart encore absents, inaboutis, non labellisés ou non contrôlés (5). Par ailleurs, les données récentes de l'enquête de l'Association des Jeunes Chirurgiens Viscéraux rapportent que cette directive européenne aurait chez 59% des sondés un impact négatif sur leur formation, malgré un impact positif sur leur santé mentale. De manière plus anecdotique, l'épidémie à la Covid-19 a été un autre frein considérable à la formation chirurgicale (13). En gelant l'ensemble de l'activité non urgente des blocs opératoires pour subvenir aux besoins incontestables de l'offre de soin, l'apprentissage pratique des internes a été sacrifié.

Un troisième et dernier point est celui de la sur-spécialisation. L'évolution de la médecine conduit depuis quelques décennies à la spécialisation des médecins. Cette évolution toujours plus complexe, s'associe à une évolution technologique et technique de plus en plus rapides. L'accélération du développement des outils technologiques nécessite une formation des experts, prenant ainsi du temps de l'enseignement du Maître à son élève. La qualité du soin est corrélée à l'expertise, puisque désormais de nombreuses études ont montré la supériorité des centres experts sur l'incidence des complications post-opératoires ou sur la durée moyenne de survie en chirurgie oncologique. Néanmoins, les plateformes robotiques, qui ont désormais intégrés la quasi-totalité des blocs opératoires, ont le potentiel de métamorphoser l'enseignement. Avec la double console, le formateur retrouve des possibilités de transmissions similaires à la laparotomie : possibilité de « passer la main » de manière instantanée et sans échange d'instrument, mains disponibles pour reprendre le contrôle de l'opération, interaction auditive malgré l'éloignement patient-chirurgien(s), interaction visuelle par des schémas sur la zone opératoire, etc. Il devient désormais même possible d'effectuer ce compagnonnage à distance, en se connectant directement à la plateforme. Ces éléments, instinctivement réalisés lors d'une laparotomie, étaient mis à défaut par la coelioscopie. Il nous paraît donc important, si non indispensable, de prendre en compte dans notre réflexion l'apport pédagogique potentiel de ces nouveaux outils. Finalement, l'idée de former tous les chirurgiens digestifs à toutes les interventions de la spécialité devient hypothétique sinon utopique. La question corollaire est donc : quelles sont les interventions que tout chirurgien digestif doit maîtriser ?

II. Définir pour votre spécialité, les interventions et gestes interventionnels qui relèvent de la phase d'approfondissement (jusqu'à la fin de 1ère année Dr Junior) et celles qui relèvent de la phase de consolidation complète

La réforme R3C est désormais en place depuis la promotion 2016/2017. Le système de phase permet une évolution progressive normalement sous un contrôle des compétences et

connaissances, permettant éventuellement de « redoubler » une phase si la progression est jugée insuffisante. En pratique, un tel contrôle n'est réalisé que de manière anecdotique et il n'existe pas à ce jour de grille d'évaluation standardisée et partagée par l'ensemble des centres hospitalo-universitaires en chirurgie viscérale et digestive. Par ailleurs, la phase de consolidation a été construite permettant essentiellement deux éléments :

La mise en responsabilité progressive jusqu'à une mise en autonomie supervisée ;

La transition avec la période post-internat en correspondance avec le projet professionnel de l'interne. On peut donc proposer que les interventions relevant de la phase d'approfondissement (et de la 1^{ère} année Dr Junior) correspondent à une base commune et que celles relevant de la phase de consolidation complète correspondent à l'initiation d'une sur-spécialisation. Dans une approche de validation des compétences, il serait alors intéressant de définir les actes de chirurgie qu'un interne doit maîtriser au bout d'une phase donnée. Nous proposons ainsi de catégoriser ces actes de chirurgie et leurs indications en 3 niveaux :

Pathologies chirurgicales de niveau 1 :

- *Chirurgie d'urgence* : appendicectomie, section de bride, suture d'une perforation d'ulcère gastro-duodénal, suture digestive ou résection-anastomose digestive, création d'une stomie digestive, coelioscopie exploratrice, laparotomie exploratrice
- *Chirurgie de la pathologie lithiasique* : cholécystectomie à froid pour lithiasie intra-vésiculaire symptomatique, cholécystectomie pour cholécystite aiguë simple
- *Chirurgie pariétale par abord direct* : cure de hernie de la paroi abdominale simple, cure d'éventration de la paroi abdominale simple, cure de hernie inguinale
- *Chirurgie des lésions tégumentaires* : abcès, biopsies d'adénopathies, kystes pilonidaux, kystes sébacés

Pathologies chirurgicales de niveau 2 :

- *Chirurgie d'urgence* : laparotomie écourtée, splénectomie d'hémostase, packing hépatique, trachéotomie, drainage thoracique, drainage sus-pubien, prise en charge d'une hernie étranglée, prise en charge d'un ulcère perforé
- *Chirurgie pariétale complexe par laparotomie*
- *Chirurgie pariétale par cœlioscopie* : TEP, TAPP
- *Chirurgie proctologique* : fistule anale, fissure anale, hémorroïdectomie
- *Chirurgie de la pathologie lithiasique* : cholécystectomie pour cholécystite aiguë, exploration de la voie biliaire principale

Chirurgie de la diverticulose colique : sigmoïdectomie avec ou sans rétablissement de la continuité digestive

Chirurgie bariatrique : gastrectomie en manchon, ablation d'anneau gastrique

Pathologies chirurgicales de niveau 3 :

Chirurgie surrénalienne

Chirurgie oncologique hépatique

Chirurgie oncologique oeso-gastrique

Chirurgie pancréatique

Chirurgie oncologique colique et rectale

Chirurgie colique et rectale non oncologique : endométriose, statique pelvienne, MICI

III. A partir de 2 à 7 interventions de votre spécialité, quel(le,s) est(sont) :

- a. Les moyens de formation actuels (en dehors du compagnonnage) indispensables, utiles ou inutiles (parmi la dissection au laboratoire d'anatomie, sur le gros animal, sur le petit animal, à partir de vidéos (non commentées vs commentées), la simulation physique, la simulation numérique) ?
- b. Les seuils comme premier opérateur, à la fin de 1ère année Dr Junior, pour permettre une autonomie satisfaisante ?
- c. La place éventuelle du secteur privé-ESPIC pour certaines pathologies (est-ce nécessaire) ?

Nous avons sélectionné les interventions suivantes :

Cure de hernie inguinale par abord direct et par coelioscopie ;
 Cholécystectomie coelioscopique pour lithiase vésiculaire symptomatique ;
 Colectomie droite avec curage par laparotomie et coelioscopie pour cancer colique ;
 Colectomie gauche avec curage par laparotomie et coelioscopie pour cancer colique ;
 Laparotomie écourtée dans le cadre d'un traumatisme abdominal.

Concernant le support d'apprentissage, et de manière globale, nous pensons que le travail sur animal ou sur simulateur est très utile pour l'apprentissage des gestes techniques de base (dissection, exposition, suture, hémostase).

En revanche, l'apprentissage des procédures s'apparente à la mémorisation des temps d'un ballet : en dehors du compagnonnage, le mimétisme est sans doute la technique d'apprentissage la plus ancienne et la plus efficace. Ce mimétisme d'enseignement passe par la présence en centres experts et le visionnage répétées de procédures, un enseignement théorique qui standardise les procédures, l'utilisation de simulateurs avec toutefois la réserve actuelle quant à leur fiabilité et utilité. En cas de

disponibilité suffisante de cadavre et d'un accès au laboratoire d'anatomie, la dissection cadavérique peut représenter un support efficace à la répétition procédurale d'une chirurgie. Concernant l'apprentissage vidéo, l'enquête de l'AJCV avait mis en évidence qu'il s'agissait d'un des outils principaux actuellement utilisé par les internes (Figure 1). Ce support vidéo peut être utilisé à deux niveaux distincts :

Au premier niveau, l'interne visualise les vidéos d'experts, idéalement sélectionnées aupaéalable (par un comité d'expert ayant défini les critères de qualité pédagogique) ;

Au deuxième niveau, l'interne bénéficie d'un coaching personnalisé par un expert sur la vidéo de la procédure réalisée par l'interne.

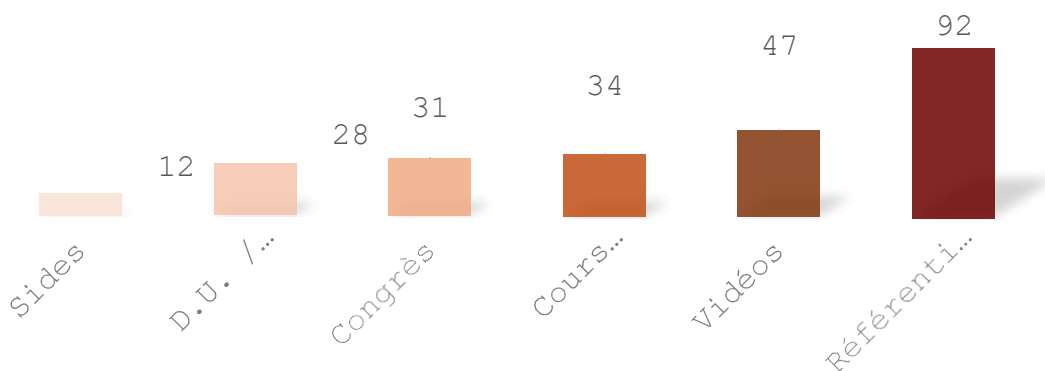


Figure 1. Supports utilisés par les internes de chirurgie viscérale et digestive pour s'autoformer.

A titre comparatif, nous proposons une analyse restreinte de la littérature sur les courbes d'apprentissages de ces 5 procédures. Ces études intègrent pour critères de jugement, le plus souvent la diminution du temps opératoire, et parfois la diminution des complications post- opératoires. Les seuils que nous proposons donc sont subjectifs, et devraient idéalement être validées par des études méthodologiquement bien conduites.

La place du secteur privé (ESPIC/libéral) est essentielle en chirurgie viscérale et digestive car les chirurgiens seniors sont expérimentés, opèrent de gros volumes et enseignent une mise en situation professionnelle qui est différente de celles des centres universitaires. Pour autant, elle ne peut remplacer la formation en C.H.U.

Cure de hernie inguinale par abord direct et par coelioscopie :

Moyens de formation :

Support	Indispensable	Utile	Inutile
Dissection cadavérique		X	
Intervention sur le petit animal			X
Intervention sur le gros animal		X	
Vidéo	X		
Simulation physique			X
Simulation numérique		X	

Seuil : 40 procédures

Bladin et al ont rapporté un seuil de 60 procédures par abord direct comme seuil idéal pour atteindre performance (temps) et sécurité (taux de complication). Cette étude a analysé 38 845 chirurgies, réalisées par 663 chirurgiens, disponibles dans le registre national suédois, de 2005 à 2020 (13). Concernant l'abord coelioscopique, plusieurs études ont mis en évidence une courbe d'apprentissage nécessaire entre 60 et 100 procédures (15-17). Nous proposons donc un seuil de 40 procédures pour atteindre une autonomie, sans pour autant finaliser sa courbe d'apprentissage, notamment pour les procédures coelioscopiques.

Place du secteur Espic-privé : Oui. 140 000 procédures sont actuellement réalisées en France chaque année dont un nombre considérable en secteur privé.

Cholécystectomie coelioscopique pour lithiase vésiculaire symptomatique :

Moyens de formation :

Support	Indispensable	Utile	Inutile
Dissection cadavérique		X	
Intervention sur le petit animal			X
Intervention sur le gros animal		X	
Vidéo	X		
Simulation physique			X
Simulation numérique		X	

Seuil : 30 procédures

En 2021, E.Reitano et N.de Angelis ont publié une revue systématique de la littérature concernant la courbe d'apprentissage de la cholécystectomie coelioscopique. Seules 5 études définissent un seuil précis, mais avec une hétérogénéité importante des données fournies. Les seuils sont entre 13 et 50 pour 4 études, seul une rapporte un seuil à 200 procédures (18). Plus récemment, Lombardi et al ont étudié le seuil nécessaire pour supprimer le risque d'échec chirurgical parmi les internes de chirurgie générale. Ils ont mis en évidence un seuil nécessaire de 25 procédures (19). Devant l'hétérogénéité des données, nous proposons un seuil de 30 procédures pour atteindre une autonomie.

Place du secteur Espic-privé : Oui. 80 000 procédures sont actuellement réalisées en France chaque année dont un nombre considérable en secteur privé.

Colectomie droite avec curage par laparotomie et coelioscopie pour cancer colique :

Moyens de formation :

Support	Indispensable	Utile	Inutile
Dissection cadavérique	X		
Intervention sur le petit animal			X
Intervention sur le gros animal		X	
Vidéo	X		
Simulation physique		X	
Simulation numérique		X	

Seuil : 20 procédures

Il existe en réalité peu d'étude sur la courbe d'apprentissage du jeune chirurgien concernant la colectomie (droite ou gauche). Il existe en revanche de nombreuses études de courbe d'apprentissage du chirurgien sur l'acquisition de l'exérèse complète du mésocolon, de l'anastomose intracorporelle, ou de la transition à la chirurgie robot-assistée. Néanmoins, plusieurs études montrent un nombre de cas minimum autour de 25-50 cas, fonction de la partie du colon concernée. Nous proposons donc un seuil de 20 procédures pour acquérir une autonomie au moins partielle, qui pourra être accéléré grâce à la simulation cadavérique (coelioscopique dans certains laboratoires d'anatomie) et au coaching vidéo personnalisée.

Place du secteur Espic-privé : Oui

Colectomie gauche avec curage par laparotomie et coelioscopie pour cancer colique :

Moyens de formation :

Support	Indispensable	Utile	Inutile
Dissection cadavérique	X		
Intervention sur le petit animal			X
Intervention sur le gros animal		X	
Vidéo	X		
Simulation physique		X	
Simulation numérique		X	

Seuil : 20 procédures

Place du secteur Espic-privé : Oui

Laparotomie écourtée avec packing des 4 quadrants :

Moyens de formation :

Support	Indispensable	Utile	Inutile
Dissection cadavérique	X		
Intervention sur le petit animal			X
Intervention sur le gros animal		X	
Vidéo	X		
Simulation physique			X
Simulation numérique			X

Seuil : 5 procédures

Place du secteur Espic-privé : Non

Conclusion

L'enseignement de la chirurgie en France a évolué vers une formation plus structurée, mais la préparation des chirurgiens digestifs à la pratique professionnelle reste un défi. Il est peu réaliste de former tous les chirurgiens à toutes les interventions, compte tenu de la vaste étendue de la spécialité et des contraintes de temps. Nous proposons une base commune d'apprentissage par paliers, puis, autour de cinq chirurgies clés, nous précisons les outils pédagogiques et le nombre idéal de procédures à réaliser. Néanmoins, la formation en chirurgie ne se limite pas aux compétences techniques, mais inclut aussi le raisonnement clinique, la prise de décision, la gestion des complications et la communication avec les patients, essentiels pour assurer la sécurité des patients et la qualité des soins.

CHIRURGIE ORL et CERVICO-FACIALE

Pr Stéphane Hans, président,
Prs Jérôme Lechien, Justin Michel, Yann Nguyen,
François Simon, Dr Robin Baudouin

Faut-il former tous les chirurgiens de votre spécialité à toutes les interventions ?

Parmi les actes marqueurs de votre spécialité, quelles sont celles qui relèvent de la phase de spécialisation, après la fin de 1ère année de Docteur Junior ?

En Otologie et otoneurochirurgie : chirurgie de cholestéatome diffluent, abord de la baselatérale du crâne, abord de l'angle ponto-cérébelleux, abord du sac endolymphatique et du vestibule

En Rhinologie : chirurgie endoscopique du sinus frontal (DRAF2 et 3), chirurgie de labase du crâne, rhinopoièse et rhinoplastie, abord de la fosse infratemporale

En Laryngologie : cordectomies laser, microchirurgie laryngée transorale, laryngectomies partielles dont supra-cricoïdiennes

En chirurgie cervico-faciale : chirurgie transorale robot-assistée, voies d'abord du pharynx par pharyngotomie latérale, double abord transoral et cervical de l'espace parapharyngé, reconstruction par lambeau libre micro-anastomosé

Quels moyens de formation, Quels seuils, Quels lieux apparaissent nécessaires ?

A partir de 2 à 7 interventions de votre spécialité que vous aurez choisies, pouvez-vous préciser pour chacune d'entre elles :

- | | Indispensables | Utiles | Inutiles |
|---|--|--------|----------|
| 1 | Quels sont les moyens de formation actuels (en dehors du compagnonnage) | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Dissections au laboratoire anatomique - Interventions sur le gros animal - Interventions sur le petit animal - Vidéos non commentées, commentées - Simulation physique - Simulation Numérique | | |
| 2 | Quels seuils sont nécessaires à la fin de la première année de Docteur Junior, pour permettre une autonomie satisfaisante ? | | |
| 3 | Y a-t-il un besoin de stage en secteur privé-Espic ? | | |

Tympanoplastie type 1

Quels sont les moyens de formation actuels (en dehors du compagnonnage)

Indispensables Utiles Inutiles

Dissections au laboratoire anatomique : **Utiles**

- Interventions sur le gros animal : Inutiles
- Interventions sur le petit animal: Inutiles
- Vidéos non commentées, commentées : Indispensables
- Simulation physique : Utiles
- Simulation Numérique : Utiles

Quels seuils sont nécessaires à la fin de la première année de Docteur Junior, pour permettre une autonomie satisfaisante ?

N=10

Y a-t-il un besoin de stage en secteur privé-Espic ? **possible mais non indispensable**

Mastoïdectomie

Quels sont les moyens de formation actuels (en dehors du compagnonnage)
Indispensables Utiles Inutiles

- Dissections au laboratoire anatomique : **Utiles**
- Interventions sur le gros animal : Inutiles
- Interventions sur le petit animal: Inutiles
- Vidéos non commentées, commentées : Indispensables
- Simulation physique : Utiles
- Simulation Numérique : Utiles

Quels seuils sont nécessaires à la fin de la première année de Docteur Junior, pour permettre une autonomie satisfaisante ?

N=10

Y a-t-il un besoin de stage en secteur privé-Espic ? **Non**

Méatotomie moyenne

Quels sont les moyens de formation actuels (en dehors du compagnonnage)
Indispensables Utiles, Inutiles

- Dissections au laboratoire anatomique : Utiles
- Interventions sur le gros animal : Inutiles
- Interventions sur le petit animal: Inutiles
- Vidéos non commentées, commentées : Utiles
- Simulation physique : Utiles
- Simulation Numérique : Utiles

Quels seuils sont nécessaires à la fin de la première année de Docteur Junior, pour permettre une autonomie satisfaisante ?

N=10

Y a-t-il un besoin de stage en secteur privé-Espic ? Possible mais non indispensable

Endoscopie

Quels sont les moyens de formation actuels (en dehors du compagnonnage)

Indispensables

Utiles

Inutiles

- Dissections au laboratoire anatomique : Inutiles
- Interventions sur le gros animal: Utiles (cochon)
- Interventions sur le petit animal: Inutiles
- Vidéos non commentées, commentées : Utiles
- Simulation physique : Utiles
- Simulation Numérique : Utiles

Quels seuils sont nécessaires à la fin de la première année de Docteur Junior, pour permettre une autonomie satisfaisante ?

N=10

Y a-t-il un besoin de stage en secteur privé-espice ? Possible mais non indispensable

Trachéotomie

Quels sont les moyens de formation actuels (en dehors du compagnonnage)

Indispensables

Utiles

Inutiles

- Dissections au laboratoire anatomique : Indispensables
- Interventions sur le gros animal : Inutiles
- Interventions sur le petit animal: Inutiles
- Vidéos non commentées, commentées : Indispensables
- Simulation physique : Utiles
- Simulation Numérique : Utiles

Quels seuils sont nécessaires à la fin de la première année de Docteur Junior, pour permettre une autonomie satisfaisante ?

N=10

Y a-t-il un besoin de stage en secteur privé- Espic : non

Évidement latéral cervical

Quels sont les moyens de formation actuels (en dehors du compagnonnage)

	Indispensables	Utiles	Inutiles
- Dissections au laboratoire anatomique :	Indispensables		
- Interventions sur le gros animal :	Inutiles		
- Interventions sur le petit animal :	Inutiles		
- Vidéos non commentées, commentées :	Indispensables		
- Simulation physique :	Utiles		
- Simulation Numérique :	Utiles		

Quels seuils sont nécessaires à la fin de la première année de Docteur Junior, pour permettre une autonomie satisfaisante ?

N=15

Y a-t-il un besoin de stage en secteur privé-Espic ? Non

OPHTALMOLOGIE

Pr Tristan BOURCIER / Dr Rémi YAICI(Rapporteurs)

Pr Frédéric MOURIAUX, Pr Marie Noëlle DELYFER, Pr Jean-Louis BOURGES, Pr Antoine ROUSSEAU, Dr Louis ARNOULD, Dr Thibaud GARCIN, Dr Kanav KHANNA, Dr Léa DORMEGNY, Dr Lauriana SOLECKI,

Dr Younes BYFILI, Dr Léonard SIDHOUM, Dr Manon GREGOIRE, Dr Elodie VIINIKKA

CHU de STRASBOURG, RENNES, BORDEAUX, PARIS,DIJON, TOURS

Juillet 2024

Faut-il former tous les chirurgiens de votre spécialité à toutes les interventions? NON

Observation et assistance opératoire : OUI, toutes les interventions, dans la mesure des stages effectués lors de l'internat. A ce titre, les stages inter-CHU ou les mobilités internationales dans des centres hyperspécialisés sont à soutenir.

Réalisation partielle ou totale, avec ou sans supervision : NON

- Volume opératoire / lieu de formation.
- Démographie médicale au lieu d'exercice futur.
- Ratio enseignants / enseignés.
- Notion de sur-spécialités (voir Question 2).

Quelles sont les interventions qui relèvent de la phase de spécialisation(après la fin du DJ1) ?

1. Ophtalmo pédiatrie / Strabologie

- a. Intraoculaire (cataractes congénitales, injections intravitréennes
IVT dans la suite du document - pour
rétinopathie du prématuré, chirurgies vitréo-
rétiniennes...)
- b. Chirurgie extra-oculaire (paupières, voies lacrymales).
- c. Chirurgie des muscles oculomoteurs
(strabismes de l'adulte et de l'enfant).

2- Cornée

- a. Greffes de cornées transfixiantes et lamellaires.
- b. Chirurgies cornéennes assistées par laser.
- c. Exérèse de tumeurs de la surface oculaire.

3- Vitré - Rétine

- a. Programmée : membranes épirétiniennes,
trous maculaires, implantations
secondaires...

- b. Non – Programmées : décollements de rétine, hémorragies du vitré, endophthalmies...

4. Glaucome

- c. **Chirurgies filtrantes conventionnelles et implants de drainage** (trabéculotomies, sclérectomies profondes, valves et tubes)
- d. **MIGS (minimal invasive glaucoma surgery) et MIBS (mini-invasive bleb surgery)**
 - i. Stents trabéculaires
 - ii. Dilatation trabéculaire
 - iii. Disruption trabéculaire
 - iv. Stents suprachoroidiens
 - v. Drainage sous-conjonctival de l'humeur aqueuse avec micro-shunt

4-Chirurgie orbito-palpébrale

- a. Chirurgies de paupières complexes (voies lacrymales, dacryocystorhinostomie, Ptosis, reconstruction avec lambeau...).
- b. Chirurgie orbitaire.
- c. Énucléation, éviscération, exentération

5-Oncologie oculaire

- a. Choroïdienne.
- b. Palpébrale.
- c. Conjonctivale et cornéenne

2- Quelles sont les 7 interventions chirurgicales (ou gestes interventionnels) qui relèvent de l'internat ?

1. Cataracte

- i. Seuil : 80 procédures complètes (compétence), 300 procédures complètes (proficiency)
- ii. Moyens de formations pré-patient
 - 1. Vidéos (accès libre sur internet)
 - 2. Drylabs (yeux synthétiques : Kitaro®, Philips®, Bioniko®, FCI®)
 - 3. Wetlabs (yeux de cochons énucléés)
 - 4. Simulation à Réalité Virtuelle (EyeSi®, HelpMeSee®, DaVinci®, AlconFidelis®, Fundamental VR®)
 - 5. Présence d'un instructeur expérimenté lors des phases d'entraînement

La création d'un « **permis d'opérer** » obtenu à l'issue de la phase d'entraînement sur simulateur à réalité virtuelle des internes de **phase socle** fait partie des projets du Collège des Ophtalmologistes Universitaires Français (COUF). **L'accès régulier au bloc opératoire et la pratique régulière dans le cadre du compagnonnage** sont ensuite essentiels lors des **phases d'approfondissement et de consolidation** pour la poursuite d'un apprentissage chirurgical de qualité et le franchissement des paliers de compétences. **La gestion des complications de la chirurgie et notamment d'une rupture capsulaire postérieure avec issue de vitré** par vitrectomie antérieure et implantation de sulcus / iris sont à considérer comme partie intégrante de la formation.

2. Ponction de chambre antérieure ou prélèvement vitréen

- i. Seuil : 10

- ii. Moyens de formations pré-patient
 - 1. Vidéos (accès libre sur internet)
 - 2. Drylabs (yeux artificiels)
 - 3. Wetlabs (yeux de cochons)
- 3. IVT**
 - i. Seuil : 10
 - ii. Moyens de formations pré-patient
 - 1. Vidéos (accès libre sur internet)
 - 2. Drylabs
 - 3. Wetlabs
- 4. Exploration chirurgicale et suture simple de plaie de paroi oculaire ou de plaie de paupière (sans atteinte des VL)**
 - i. Seuil : 10
 - ii. Moyens de formations pré-patient
 - 1. Vidéos (accès libre sur internet)
- 5. Biopsie de paupière simple (sans atteintes des VL)**
 - i. Seuil : 10
 - ii. Moyens de formations : pré-patient
 - 1. Vidéos (accès libre sur internet)
- 6. Chirurgie du ptérygion**
 - i. Seuil : 10
 - ii. Moyens de formations pré-patient
 - 1. Vidéos (accès libre sur internet)
 - 2. Drylabs
 - 3. Wetlabs
- 7. Greffes de membranes amniotiques cryoconservées ou lyophilisées**
 - i. Seuil : 15
 - ii. Moyens de formations pré-patient
 - 1. Vidéos (accès libre sur internet)
 - 2. Drylabs
 - 3. Wetlabs

Toutes les procédures listées ci-dessus sont ensuite enseignées / pratiquées dans le cadre du **compagnonnage au bloc opératoire**, sous la supervision d'un chirurgien expérimenté. L'utilisation d'un **logbook** pour le suivi de la progression de l'apprentissage chirurgical est souhaitable.

Nécessité d'un stage en secteur privé-Espic ? Globalement NON.

Cependant, avec l'augmentation du numérus clausus, le volume opératoire pourrait s'avérer insuffisant et le ratio enseignant / enseigné de 1 : 2 recommandé par *l'European Board of Ophthalmology* (EBO), pourrait ne pas être respecté.

Sous réserve de respect de la charte MSU du COUF, le secteur privé-Espic pourrait apporter un complément à l'offre existante.

NEUROCHIRURGIE
Pr Johan PALLUD PU-PH
Hopital Sainte Anne, Paris

Dr Caroline APRA MCU-PH
Henri Mondor, Créteil

Interventions de base utiles à tous les neurochirurgiens

- Pose de dérivation ventriculaire externe
- Évacuation d'hématome sous-dural chronique
- Craniectomie décompressive supratentorielle – évacuation d'hématome extra-dural
- Ablation d'une tumeur méningée de la convexité crânienne
- Ablation d'une tumeur intra-cérébrale supratentorielle
- Biopsie d'une lésion intracrânienne par stéréotaxie ou neuronavigation
- Craniectomie décompressive de fosse postérieure
- Ventriculocisternostomie endoscopique
- Laminectomie lombaire
- Laminectomie cervicale
- Ablation de hernie discale lombaire
- Arthrodèse lombaire avec guidage radiologique ou scanographique

Moyens de formation actuels

Dissections au laboratoire anatomique

Très utile, surtout pour l'apprentissage de l'abord chirurgical (volet osseux, abord supratentorial, abords de fosse postérieure, abords rachidiens), donc :

- Craniectomie décompressive supratentorielle
- Ablation d'une tumeur méningée de la convexité crânienne
- Ablation d'une tumeur intra-cérébrale supratentorielle
- Craniectomie décompressive de fosse postérieure
- Laminectomie cervicale, dorsale et lombaire
- Abord du canal vertébral (hernies discales)
- Arthrodèse de base

Pour la partie intracérébrale, la pratique est limitée par l'involution anatomique post-mortem des structures. Il conviendrait de mettre en place une préparation exigeante et couteuse des sujets anatomiques

Interventions sur le gros animal

Peu utile du fait de grandes différences anatomiques de la boîte crânienne et de l'encéphale rendant peu pertinent l'apprentissage des abords chirurgicaux.

L'exploitation d'encéphale bovins peut-être utile pour travailler les principes de la chirurgie de résection intra-cérébrale (comme la dissection sous-piale)

Interventions sur le petit animal

Utile pour l'apprentissage de la microchirurgie. Cependant la pratique de la microchirurgie avancée n'est pas un pré-requis de base pour les jeunes neurochirurgiens.

Vidéos non commentées / commentées

L'utilisation de vidéos commentées est très utile pour comprendre les différents temps d'une intervention.

Simulation physique

Utile, en particulier pour :

- La maîtrise des outils chirurgicaux à haute technicité, parmi les plus courants :
 - neuronavigation IRM
 - endoscope
 - ancillaire d'ostéosynthèse rachidienne
- Les gestes très reproductibles à crâne fermé :
 - dérivation ventriculaire externe
 - ventriculocisternostomie endoscopique
 - biopsies intracrâniennes stéréotaxiques
- L'emploi de cerveaux *ex vivo* avec des préparations pour simuler la chirurgie intra-cérébrale
 - Principe de la dissection sous-piale
 - Échographie per-opératoire
 - Bistouri à ultrasons

Simulation numérique

Utile en théorie mais peu utilisé du fait de l'absence de solutions disponibles. Semble par ailleurs moins utile que la simulation physique.

Seuils nécessaires à la fin de l'année de Dr Junior

Autonomie pour tous les gestes cités. SANS SENIOR EN SALLE

- Pose de dérivation ventriculaire externe
- Évacuation d'hématome sous-dural chronique
- Craniectomie décompressive supratentorielle
- Biopsie d'une lésion intracrânienne
- Laminectomie lombaire AVEC SENIOR EN SALLE
- Ablation d'une tumeur intra-cérébrale supratentorielle
- Craniectomie décompressive de fosse postérieure
- Ventriculocisternostomie endoscopique
- Laminectomie cervicale
- Ablation de hernie discale lombaire
- Arthrodèse lombaire

Besoin d'un stage en secteur privé-esplic ?

Les gestes sont les mêmes entre structures publiques et Espic, il n'y a donc pas de nécessité technique d'y faire un stage particulièrement. A titre d'information, pour la neurochirurgie en Ile de France, deux stages sont disponibles et très régulièrement pris par les internes, soulignant l'intérêt de ces terrains de stage.

Le stage en secteur privé pourra offrir une vision de la pratique neurochirurgicale qui est très différente de celle du secteur public : quasi-exclusivité de la pratique de la chirurgie rachidienne, abords mini-invasifs, pratique avancée de la RAAC et de la chirurgie ambulatoire.

UROLOGIE

Dr Maxime Vallée, MCU-PH, Poitiers

Faut-il former tous les chirurgiens de votre spécialité à toutes les interventions ? Non

Parmi les actes marqueurs de votre spécialité, quelles sont celles qui relèvent de la phase de spécialisation, après la fin de 1ère année de Docteur Junior ?

- cystectomie totale (cysto-prostatectomie ou pelvectomie antérieure)
- néphrectomie partielle
- prostatectomie totale
- Entérocystoplastie
- Chirurgies de réassignation de genre
- Curages
- Chirurgies reconstructrices complexes (urètre, uretère...)
- transplantation rénale

Quels moyens de formation, Quels seuils, Quels lieux apparaissent nécessaires ?

- Formation initiale indispensable au sein des UFR avec des budgets dédiés par les universités dès lors que l'industrie privée ne peut plus faire cela
- Formations régionales ou nationales au sein des laboratoires de simulations

A partir de 2 à 7 interventions de votre spécialité que vous aurez choisies, pouvez-vous préciser pour chacune d'entre elles :

cystectomie totale (cysto-prostatectomie ou pelvectomie antérieure)

- Quels sont les moyens de formation actuels (en dehors du compagnonnage)
- Dissections au laboratoire anatomique : Indispensables
- Interventions sur le gros animal : Inutiles
- Interventions sur le petit animal : Inutiles
- Vidéos non commentées, commentées : Indispensables
- Simulation physique : Indispensables
- Simulation Numérique : Indispensables

Quels seuils sont nécessaires à la fin de la première année de Docteur Junior, pour permettre une autonomie satisfaisante ? 15

Y a-t-il un besoin de stage en secteur privé-Espic ? Oui

Néphrectomie partielle

Quels sont les moyens de formation actuels (en dehors du compagnonnage)

Dissections au laboratoire anatomique : Indispensables

Interventions sur le gros animal : utiles

Interventions sur le petit animal : Inutiles

Vidéos non commentées, commentées : Indispensables

Simulation physique : Indispensables

Simulation Numérique : Indispensables

Quels seuils sont nécessaires à la fin de la première année de Docteur Junior, pour permettre une autonomie satisfaisante ? 20

Y a-t-il un besoin de stage en secteur privé-espice ? Oui

Prostatectomie totale

Quels sont les moyens de formation actuels (en dehors du compagnonnage)

Dissections au laboratoire anatomique : Indispensables

Interventions sur le gros animal : inutiles

Interventions sur le petit animal : Inutiles

Vidéos non commentées, commentées : Indispensables

Simulation physique : Indispensables

Simulation Numérique : Indispensables

Quels seuils sont nécessaires à la fin de la première année de Docteur Junior, pour permettre une autonomie satisfaisante ? 25

Y a-t-il un besoin de stage en secteur privé-espice ? Oui

Entérocystoplastie

Quels sont les moyens de formation actuels (en dehors du compagnonnage)

Dissections au laboratoire anatomique : Indispensables

Interventions sur le gros animal : utiles

Interventions sur le petit animal : Inutiles

Vidéos non commentées, commentées : Indispensables

Simulation physique : Indispensables

Simulation Numérique : Indispensables

Quels seuils sont nécessaires à la fin de la première année de Docteur Junior, pour permettre une autonomie satisfaisante ? 15

Y a-t-il un besoin de stage en secteur privé-Espic ? Oui

Transplantation rénale

Quels sont les moyens de formation actuels (en dehors du compagnonnage)

Dissections au laboratoire anatomique : Indispensables

Interventions sur le gros animal : indispensables

Interventions sur le petit animal : Inutiles

Vidéos non commentées, commentées : Indispensables

Simulation physique : Indispensables

Simulation Numérique : Indispensables

Quels seuils sont nécessaires à la fin de la première année de Docteur Junior, pour permettre une autonomie satisfaisante ? 15

Y a-t-il un besoin de stage en secteur privé-Espic ? Non

L'avis du Dr Fayek RAHA, Dr Junior, Reims

Je vous remercie d'avoir pris l'avis de l'Association Française des Urologues en Formation. Je rejoins le Dr Vallée dans l'ensemble des conclusions.

Je souhaiterais insister sur la formation sur simulateur et les interventions sur animal dont l'accès est très disparate selon les UFR pour les jeunes chirurgiens... Comme l'a souligné le Dr Vallée, l'industrie privée ne peut plus organiser ce genre de formation pour les jeunes chirurgiens, qui ont un coût mais dont l'apport pédagogique est très utile. Un financement dédié est à mon sens indispensable.

Enfin je souhaiterais souligner l'intérêt pédagogique des vidéos de formation de chirurgicale commentées. Beaucoup de jeunes chirurgiens regardent des vidéos de formation chirurgicale disponible sur des plateformes de streaming vidéo (YouTube...) pour se familiariser avec certaines chirurgies.

Le financement d'une "banque de vidéos chirurgicales", assurant le tournage, le montage et la diffusion des vidéos, éventuellement en collaboration avec le collège serait également une très bonne idée.

CHIRURGIE PEDIATRIQUE

Pr Bruno Dohin PU-PH, St Etienne
Dr Rani Kassir, Dr Junior, Hôpital Necker (Paris)

État des lieux

Les spécificités de la chirurgie pédiatrique et les principes qui dirigent l'enseignement actuel.

La chirurgie pédiatrique comporte une particularité qui réside en la double option qui est proposée aux internes. Les deux options : chirurgie viscérale pédiatrique et chirurgie orthopédique pédiatrique, ont amené les enseignants à proposer un cursus distinct pour chacune des options tout en conservant un socle de connaissances communes en particulier pour la culture de la prise en charge des urgences ou les pathologies comportant une atteinte de plusieurs appareils (par exemple, le myélo-méningocèle qui pose des problèmes urologiques et sphinctériens et des problèmes orthopédiques secondaires à la pathologie neurochirurgicale).

Le faible effectif des internes en formation (environ 30 par an pour l'ensemble des 2 options) rend l'organisation particulière et il s'est imposé la nécessité de centraliser les enseignements. Le cursus théorique comporte 2 séminaires annuels (à Paris) où ont lieu des cours communs aux deux options (ce que l'on nomme le « Tronc commun ») et des cours propres à chacune des 2 options. Le cycle dure 3 ans avec en plus, pour l'année socle, un seul séminaire et pour la période DJ un seul séminaire (théorique et pratique).

De la même manière, la formation pratique est déjà en place depuis près de 10 ans. En orthopédie un cycle de 2 séminaires annuels sur 3 ans qui se déroulent dans des villes de province (voir Annexe 1).

En viscérale, l'organisation est plus régionale avec des séminaires de « soft skill », des séminaires d'initiative régionale ou locale utilisant des simulateurs ou des corps Simlife (Annexe 2).

En phase socle une journée est organisée à Paris pour tous les internes de la promo pour la technique d'enclouage élastique stable (technique d'ostéosynthèse de référence en pédiatrie) et nous inaugurons cette année un séminaire AMAVI pour les DJ (les 2 années sont conviées et le séminaire sera organisé une fois tous les 2 ans) où les techniques de triage, de conversion en laparotomie, de « damage control » seront enseignées en théorie et en pratique sur Simlife (par petits groupes mais sur un seul site).

Les autres contraintes et formations pour la spécialité

En chirurgie viscérale et urologique

Tout d'abord les juniors expriment plusieurs difficultés :

Le nombre important de gestes chirurgicaux rares ou peu pratiqués qui complique l'acquisition des compétences : d'où la nécessité d'identifier des gestes génériques formateurs qui ouvrent les portes de ces gestes plus techniques qui ne sont accessibles qu'aux seniors.

Le développement de la chirurgie mini-invasive qui apparemment limite un peu l'accès des plus jeunes à des gestes complexes. Il est probable qu'il en va de même pour la robotique.

La nécessité de compléter leur formation par nombre de DU et DIU, on peut citer l'urologie, la néonatalogie, la plastique pédiatrique et le Diagnostic anténatal...

Le coût induit par les séminaires nationaux ou régionaux, les inscriptions aux DU / DIU, formations techniques (IRCAD et autres...) et les séminaires des sociétés savantes (SFCP, SFUP, ...)

Leurs attentes :

Garder la spécificité de leur option en chirurgie pédiatrique.

La possibilité au niveau régional ou supra régional d'accéder à des pratiques hyperspécialisées qui sont concentrées dans des centres de référence.

Ne demandent pas de stage en ESPIC car la formation générale est disponible dans les services universitaires mais souhaiteraient un accès possible en fin de formation ou juste après (post internat ?) pour les spécificités de pratique dans ces établissements.

En chirurgie orthopédique pédiatrique

Difficultés exprimées

Elles sont principalement les mêmes que les viscéraux : accès aux interventions, accès aux formations complémentaires (plusieurs DU et DIU existent : pathologies du rachis, paralysie cérébrale analyse de marche, microchirurgie, appareillage...). Ainsi que les coûts engendrés par leur formation initiale.

Une autre question est l'accessibilité à des formations génériques en orthopédie adulte. Ils ressentent bien la nécessité pour eux d'avoir un cursus solide en orthopédie générale voire des formations plus spécialisées non disponibles en orthopédie pédiatrique (arthroscopie, chirurgie du rachis, chirurgie traumatologique lourde ou plus généralement de l'adulte pour la prise en charge des adolescents, chirurgie prothétique. La maquette du DES en orthopédie pédiatrique autorise déjà 3 semestres en orthopédie adulte et finalement ils ne sont que peu présents en orthopédie pédiatrique au cours de leur 4 premières années de cursus, mais ils semblent quand même rencontrer des difficultés d'accès à ces formations techniques.

Leurs attentes :

Plus de formations pratiques et séminaires techniques qui sont pour ceux qui existent plébiscités. Mais aussi la possibilité de bénéficier directement des formations pratiques proposés aux internes d'orthopédie adulte.

Plus de formation par compagnonnage dans les services avec un retour objectif sur leur technicité.

La possibilité d'un stage en ESPIC (calendrier ?)

Une formation théorique et pratique en anatomie chirurgicale.

Problématiques et questionnements structurels à l'enseignement chirurgical.

La formalisation de la formation pratique. Cette question n'a pas été encore clairement soulevée. Le principe de l'enseignement à la française est de mettre à disposition de tous les étudiants les outils de formations qu'il est en droit d'attendre. La centralisation des enseignements répond partiellement à cette problématique mais sa mise en œuvre n'est pas sans difficulté nous l'avons vu. Les solutions régionales à la formation nécessitent aussi de porter attention à cet aspect car certaines disparités de moyens sont criantes d'une faculté à l'autre et de fait, cela introduit une inégalité entre les étudiants. C'est une question essentielle, car il n'est pas certain que face à un recours d'étudiant, la situation actuelle serait défendable juridiquement.

La question du financement et de l'accès aux outils c'est une vaste question qui s'impose brusquement aux enseignants. Des nouvelles difficultés se sont révélées avec les réformes de l'enseignement médical et les évolutions déontologiques et éthiques récentes. En effet, les entreprises fabricantes de matériel étaient un soutien logistique et financier majeur dans la mise en place des enseignements pratiques. La législation ayant évolué sans outil alternatif a brusquement soit mis fin à certaines formations soit dégradé la qualité formatrice de ces formations. Il est urgent que les tutelles prennent en compte cet aspect et trouvent des solutions, soit alternatives, soit sous la forme de garde-fous permettant de réimpliquer ces acteurs privés dans le processus. Les coûts engendrés par les simulateurs (laptrainerTM, pelvitrainerTM, simulateurs de haute définition avec métrique des utilisateurs, simulateurs arthroscopiques, SimlifeTM) sont sans commune mesure avec les moyens des facultés ou des communautés d'enseignants. La perspective de la création de centres de formation régionaux ou nationaux est encore lointaine et se heurte à des prérogatives et luttes d'influences qui complexifient le problème. Enfin, quelle place pourrait être laissée à une spécialité à faible effectif face aux fortes populations des spécialités plus génériques.

L'évaluation théorique des candidats au DES a évolué aussi, devenant plus formelle à juste titre. Cependant il n'en est pas de même pour l'évaluation des aptitudes pratiques et trop souvent encore (même si la situation est rare) certains candidats posent le problème de leurs aptitudes à exercer en pratique (soit techniquement soit dans leur comportement) et les jurys sont désarmés pour la prise de décision en l'absence d'une évaluation objective opposable au candidat.

La formation non technique et les Soft-skills. Ce sujet est nouveau pour la formation des chirurgiens. Fort heureusement cet aspect de la formation médicale a déjà été largement travaillé en dehors de la chirurgie. Plus récemment la formation en chirurgie doit s'inspirer des pratiques courantes et anciennes de l'aviation civile ou militaire.

L'entraînement comportemental en environnement chirurgical, en travail d'équipe et en situation de stress doit être progressivement mis en place. Ceci pose encore la question de la formalisation et de l'homogénéisation des enseignements.

Réponses initiales à l'enquête de l'Académie de Chirurgie

Faut-il former tous les chirurgiens de votre spécialité à toutes les interventions ?

Parmi les actes marqueurs de votre spécialité, quelles sont celles qui relèvent de la phase de spécialisation, après la fin de 1ère année de Docteur Junior. Comme nous l'avons déjà signalé, il apparaît impossible de former tous les internes à toutes les interventions. La spécialité n'autorise pas les jeunes chirurgiens à aborder des interventions souvent peu fréquemment pratiquées et souvent de haute technicité. Cette progression est réservée au post-internat et aux premières années d'activité senior. Néanmoins la formation doit comporter l'acquisition de compétences techniques génériques qui permettent d'aborder les acquisitions hyperspécialisées avec sérénité et sécurité. C'est dans cet esprit que les attendus techniques des internes en formation doivent être définis.

En chirurgie viscérale et urologique : Les interventions attendues en fin de DJ 1 sont :

Postectomie

Pathologie inguino-scrotale (cure de hernie inguinale, d'hydrocèle, de cryptorchidie à testicule palpable, torsion du cordon spermatique), hernie ombilicale

Cœlioscopie urgente (appendicectomie, péritonite appendiculaire, torsion d'annexe)

Laparotomie urgente (appendicectomie, abcès appendiculaire, traumatisme abdominal)

Prise en charge de l'occlusion digestive (médicale et chirurgicale : sténose du pylore, invagination intestinale, occlusion sur bride, résection-anastomose, entérostomie)

Réalisation d'une uréthrocystoscopie, montée endoscopique de sonde urétérale

En fin de DJ 2 : être capable de réaliser

Interventions néonatales : laparochisis et omphalocèle simples, atésie duodénale et du grêle simples, pathologie du canal omphalo-mésentérique, entéocolite ulcéro-nécrosante, volvulus

Interventions viscérales : sinus pilonidal, résection intestinale oucolique, gastrostomie

Interventions uro-génitales : cryptorchidie à testicule non palpable, résection de valves de l'urètre, traitement endoscopique ou chirurgical d'un reflux urétéral, ovariectomie laparoscopique

En chirurgie orthopédique : Les interventions attendues comme maîtrisées en fin de DJ 1 sont :

Tous les enclouages élastiques stables, et l'enclouage centromédullaire de type adulte

Les ostéosynthèses par plaque suivantes : extrémité proximale de fémur, extrémité distale de fémur, diaphyse os long, diaphyses de l'avant-bras,

Les embrochages au poignet et à la main

Un allongement musculaire, un transfert musculaire, une ténotomie, une suture tendineuse,

Un lambeau loco-régional à pédicule non identifiable au doigt

La pose d'implants du rachis : vis pédiculaire, crochet laminaire et pédiculaire, liens ou fils d'acier sous-lamaires

Pose d'un fixateur externe circulaire ou mono-latéral

En fin de DJ 2 : être capable de réaliser

Ostéotomie et butée au niveau du bassin, Une arthrotomie de hanche

Une ostéotomie métaphysaire (tibia, fémur)

Au pied : ostéotomie du calcanéum, arthrodèse sous astragaliennet médio-tarsienne, ostéotomie de métatarsien,

Un lambeau loco-régional à pédicule non identifiable pour couverture à la jambe.

Une suture nerveuse périphérique

Quels moyens de formation, Quels seuils, Quels lieux apparaissent nécessaires ?

En viscérale et urologie

Moyens indispensables

Posthémectomie

Vidéos non commentées, commentées : Utiles (commentées)

Simulation physique : Indispensables

Pathologie inguino-scrotale

Dissections au laboratoire anatomique : Utiles

Vidéos non commentées, commentées : Utiles (commentées)

Simulation physique : Indispensables

Simulation Numérique : Utiles

Coelioscopie urgente

Interventions sur le gros animal : Utiles

Vidéos non commentées, commentées : Utiles (commentées)

Simulation physique : Indispensables

Simulation Numérique : Utiles

Laparotomie urgente

Interventions sur le gros animal : Utiles

Vidéos non commentées, commentées : Utiles (commentées)

Simulation physique : Indispensables

Occlusion digestive

Dissections au laboratoire anatomique : Utiles

Interventions sur le gros animal : Utiles

Vidéos non commentées, commentées : Utiles (commentées)

Simulation physique : Indispensables

uréthrocystoscopie

Interventions sur le gros animal : Utiles

Vidéos non commentées, commentées : Utiles (commentées)

Simulation physique : Indispensables

Simulation Numérique : Utiles

En Orthopédie

Moyens indispensables :

Enclouages élastique stables, l'enclouage centro-médullaire défémur,

Dissections/ démonstrations au laboratoire anatomique : indispensable

Interventions sur le gros animal : utile

Simulation physique : utile

Vidéos pédagogiques : indispensable

Ostéosynthèses par plaque, ostéotomie métaphysaire d'os long

Dissections au laboratoire anatomique : indispensable

Interventions sur le gros animal : utile

Simulation physique : utile

Vidéos pédagogiques : indispensable

Un allongement musculaire, un transfert musculaire, une ténotomie, une suture tendineuse

Dissections au laboratoire anatomique : indispensable

Interventions sur le gros animal : utile

Vidéos pédagogiques : indispensable

Une ostéotomie de bassin, une butée de hanche, arthrotomie de hanche

Dissections au laboratoire anatomique : indispensable

Interventions sur le gros animal : utile

Simulation physique : utile

Vidéos pédagogiques : indispensable

Au rachis, un vissage pédiculaire, placer un crochet sous l'arc pédiculaire, passer un lien sous-laminaire

Dissections au laboratoire anatomique : indispensable

Interventions sur le gros animal : utile

Simulation physique : utile

Vidéos pédagogiques : indispensable

Un lambeau loco-régional à pédicule non identifiable, au doigt, à la jambe, suture nerveuse

Dissections au laboratoire anatomique : indispensable

Vidéos pédagogiques : indispensable

Quels seuils sont nécessaires à la fin de la première année de Docteur Junior, pour permettre une autonomie satisfaisante ?

Pour la chirurgie viscérale :

Les seuils minimaux estimés par les internes sont :

Postectomie : 5 gestes.

Pathologie inguino-scrotale : 20 gestes.

Coelioscopie urgente : 10 gestes.

Laparotomie urgente : 10 gestes.

Occlusion digestive : 10 gestes.

Uréthrocystoscopie : 5 gestes.

Il est important de souligner que pour permettre une autonomie satisfaisante à la fin de la première année de Docteur Junior, il est crucial que l'étudiant ait déjà une bonne expérience des interventions réalisées dans le cadre de l'urgence. En effet, la spécialité est soumise à une forte pression de permanence des soins (en raison des faibles effectifs) et certaines interventions courantes sont réalisées avec une très grande fréquence dans les services.

Pour la chirurgie orthopédique.

De l'avis des internes, plus qu'un chiffre, l'interne doit pouvoir justifier d'avoir vu l'intervention, d'avoir été aidé sur l'intervention et d'avoir fait seul l'intervention de manière supervisée. Une évaluation objective de l'interne par le chirurgien superviseur est attendue afin que l'interne valide qu'il maîtrise l'intervention. Une auto-analyse subjective de l'interne est aussi souhaitable. Néanmoins, compte tenu de l'apprentissage nécessaire, de la durée de formation et des aptitudes attendues pour les internes, il semble raisonnable d'exiger un minimum de 5 interventions de chaque type réalisé en « autonomie supervisée » en fin de DJ 2

Y a-t-il un besoin de stage en secteur privé-espice ?

Les avis à ce sujet sont très partagés. Les internes de viscérale et urologie considèrent que la formation en Privé - ESPIC n'apporte rien à celle proposée en établissement hospitalier HU où l'ensemble des interventions sont pratiquées. A l'inverse les internes de Chirurgie orthopédique pédiatrique y voient un intérêt en fin de formation afin de découvrir cet environnement et la pratique de ces établissements qu'ils considèrent sensiblement différentes au regard des pathologies courantes et bénignes qui y sont plus souvent prises en charge.

Autres attentes :

La formation en anatomie chirurgicale d'une manière générale il y a une demande de la part des internes pour une formation en anatomie (théorique et pratique)

Soft-skills :

Les formations au Crew management, à la gestion en bloc opératoire simulé et autres compétences relationnelles et managériales sont appréciées de la part des internes et doivent faire partie de la formation comme l'utilisation de scénarii de procédures d'urgences ou de complications.

Compétences en soins urgents :

Les internes expriment clairement leurs attentes en formation pour la prise en charge des soins de réanimation urgents que ce soit au lit du patient mais aussi en néonatalogie. Ces formations pourraient idéalement prendre place en phase socle au sein de chaque faculté.

Nouvelles technologies :

La formation des internes aux nouvelles technologies chirurgicales comme la robotique et la navigation ou encore la reconstruction 3D est une attente des internes qui représente un défi pour notre spécialité au regard des coûts de ces systèmes et de la faible disponibilité dans les services de chirurgie pédiatrique souvent mis à l'écart de ces investissements lourds pour les hôpitaux. Cette question est primordiale en raison des évolutions technologiques rapides qui vont très vite confronter les jeunes professionnels à ces outils.

Évaluation pratique

Nous réitérons ici l'interrogation devant l'absence de procédure destinée à l'évaluation pratique des candidats. La réforme des études de médecine a mis en avant la formation pratique à juste titre. Les compétences techniques sont largement évaluées en études médicales générales par les ECOS, mais rien n'a été imaginé et formalisé pour l'évaluation technique des chirurgiens et médecins interventionnels.

Annexes.

Annexe 1 : Partie état des lieux orthopédie.

Pour la pratique de l'orthopédie pédiatrique un cycle de 4 ans se déroule à partir de l'année de phase socle. L'enseignement est assuré par les membres du Collège hospitalo-universitaire de chirurgie pédiatrique, pour la plupart des hospitalo-universitaires. En phase socle un séminaire pratique (une journée) est organisé en mars (internes de la promotion de novembre précédent). Ce séminaire a lieu au laboratoire d'anatomie à Paris avec l'aide d'un laboratoire fabricant et distribuant de matériel chirurgical pour un cours pratique qui s'adresse à tous(tes) les internes de phase socle (viscérale et orthopédie) pour l'apprentissage d'un geste d'ostéosynthèse courant pour notre spécialité (enclouage élastique stable). La séance comporte un enseignement théorique et pratique sur corps donnés à la science.

Ensuite la phase d'approfondissement comporte un cycle sur 3 ans de 2 séminaires annuels (de 1,5 jours). Ces séminaires sont de nature nationale mais se déroulent dans différentes villes universitaires de France. Plusieurs enseignants sont cooptés par l'organisateur qui est l'hospitalo-universitaire de la ville accueillante. L'organisation pédagogique est à la charge de l'enseignant et de sa faculté. Lorsque cela était possible (avant les récents textes de lois encadrant les prises en charge par les laboratoires) un laboratoire privé ou un fabricant était sollicité pour une assistance technique et une prise en charge partielle des frais logistiques des internes (voyage et/ou hébergement). Ceci n'est plus le cas actuellement et pose la question de ces coûts imposés aux internes pour une formation initiale.

Le cycle comporte des séminaires sur les thèmes suivants :

Techniques chirurgicales du Rachis (laboratoire, SobonesTM, d'anatomie et participation d'un fabricant)

Fixation externe (laboratoire d'anatomie et participation d'un fabricant)

Chirurgie de la main et du pied (laboratoire d'anatomie)

Ostéotomies autour de la hanche (laboratoire d'anatomie, SobonesTM, participation d'un fabricant)

Chirurgie musculaire et tendineuse : allongements et transferts (laboratoire d'anatomie)

Chirurgie des lambeaux et amputations (laboratoire d'anatomie)

En phase d'approfondissement est prévu (première fois en 2024) un séminaire intitulé « AMAVI » pour la familiarisation avec les contextes d'urgence et de plan blanc, triage et pour les chirurgies d'urgences ou de « conversion ». (Laboratoire d'anatomie, SimlifeTM, simulateurs, participation de fabricant).

Annexe 2 : Partie état des lieux viscéral

L'enseignement pratique en chirurgie viscérale est aujourd'hui organisé à l'échelle Inter- régionale une fois par an. Il s'adresse aux internes de chirurgie pédiatrique de la Phase d'approfondissement au Dr Junior. Ces sessions d'enseignement ont vocation à développer les compétences techniques et non techniques des internes par petits groupes (8 à 15 internes en moyenne). Les compétences non-techniques (travail en équipe, consultation d'annonce,

consultation anténatale) sont enseignées sous la forme de jeux de rôles pour lesquels des scénarii ont été développés et sont mis en commun à l'échelle nationale. Les compétences techniques sont enseignées à partir de modèle de simulation basse et haute-fidélité selon la disponibilité dans l'inter-région. Afin d'homogénéiser la formation, des modèles de pathologie pédiatrique « fait maison » ont été développés et mis en commun sur le territoire. Néanmoins l'accès à des modèles de simulation chirurgicale en néonatalogie, sur modèles cadavériques revascularisés ou sur modèles haute-fidélité reste hétérogène sur le territoire et crée une inégalité de formation. De plus, l'accès à certains dispositifs médicaux pour la simulation a été limité par la loi encadrant la prise en charge par les industriels/laboratoires de frais pour les étudiants en formation initiale. Enfin, l'organisation pédagogique de ces séminaires est aujourd'hui entièrement à la charge de l'enseignant organisateur et de sa faculté ce qui limite parfois l'accès à certains modèles coûteux et met en danger leur pérennité sans enveloppe dédiée.

CHIRURGIE THORACIQUE

Dr Agathe SEGUIN GIVELET, IMM, Paris

**Dr Benjamin BOTTET,
Dr Junior, Rouen**

Parmi les actes marqueurs de votre spécialité, quelles sont celles qui relèvent de la phase de spécialisation, après la fin de 1^{ère} année de Docteur Junior ?

A la fin de la 1^{ère} année de Dr Junior, le jeune chirurgien doit être capable de réaliser l'ensemble des gestes courants de chirurgie thoracique :

Exploration pleurale :

- Pneumothorax – Symphyse
- Pleurésie infectieuse – Débridement
- Pleurésie néoplasique – Symphyse
- Hémithorax – Décaillotage

Exploration ganglionnaire : Biopsie axillaire, cervicale, inguinale

Exploration médiastinale :

- Médiastinoscopie
- Médiastinotomie antérieure
- Vidéoarthroscopie pour biopsie ganglionnaire

Biopsie pulmonaire : résection atypique ou wedge

Exérèse de kyste pleuro-péricardique par voie mini-invasive

Traumatisme thoracique avec ostéosynthèse costale

Il doit connaître les différentes voies d'abord possibles : ouverte ou mini-invasive.

Après la 1^{ère} année de Dr Junior, le jeune chirurgien thoracique va se perfectionner à la réalisation de :

Exérèse majeure pulmonaire : lobectomie, segmentectomie, pneumonectomie

Exérèse de tumeur de paroi

Chirurgie de réduction de volume

Chirurgie de malformation congénitale du sternum

Chirurgie de l'œsophage

Chirurgie thymique

Ces gestes ne pourront être acquis complètement en fin de Dr Junior car certains gestes sont rares. Pour les exérèses majeures, l'anatomie varie tellement d'un patient à l'autre et les voies d'abord peuvent être si diverses qu'elles nécessitent de nombreux cas pour être maîtrisées.

Dans les centres spécialisés : Prélèvement de greffon pulmonaire en fin de 1^{ère} année de Dr Junior

QUELS MOYENS DE FORMATION, QUELS SEUILS, QUELS LIEUX APPARAISSENT NECESSAIRES ?

A partir de 2 à 7 interventions de votre spécialité que vous aurez choisies, pouvez-vous préciser pour chacune d'entre elles :

L'état des lieux de la formation en CTCV :

Les jeunes internes, ont accès à une formation sur l'ostéosynthèse. Des ateliers d'implantation de valve cardiaque sur cœur de cochon sont organisés durant les séminaires pour les plus jeunes

En phase d'approfondissement, les internes viennent au Bootcamp et ont accès à différents types de simulation : numérique, wet lab, dry lab, et facteurs humains.

Les internes plus vieux participent à 2 sessions SimLife pour réaliser des lobectomies au choix : vidéo, open ou robot.

Quels sont les moyens de formation actuels (en dehors du compagnonnage)?

Dissections au laboratoire anatomique :

Très utile pour apprendre les voies d'abord, position des trocars en chirurgie mini-invasive.

Elles sont utilisées en CTCV pour la réalisation de lobectomie (Simlife), chirurgie de paroi : exérèse – reconstruction (sternum, côte, pectus), prélèvements d'organe.

Interventions sur le gros animal :

Utile. On utilise des cochons pour la chirurgie robotique, des blocs cœur-poumon pour faire de la chirurgie vidéo.

Interventions sur le petit animal :

Peu utile sauf pour ceux qui font de la microchirurgie

Vidéos non commentées, commentées :

Indispensable. La chirurgie thoracique s'est transformée avec l'apport du mini-invasif permettant à de nombreuses interventions d'être enregistrées. Pour les chirurgies complexes cela permet de décrire les différents temps opératoires.

Simulation : utile

Très utile voire indispensable pour l'apprentissage des gestes de base en chirurgie robotique à l'aide de simulateur. De nombreux exercices sont déjà implantés dans la console robotique.

Pour ce qui concerne la chirurgie vidéo, cela peut être utile pour des jeunes internes, pour

découvrir la gestuelle et les instruments et leur utilité. Les simulateurs actuels de lobectomie vidéo n'apportent que peu de réalisme. Ils ont été utilisés au début du Bootcamp puis finalement abandonnés au profit du bloc cœur poumon de cochon.

Quels seuils sont nécessaires à la fin de la première année de Docteur Junior, pour permettre une autonomie satisfaisante ?

Exploration pleurale :

- Pneumothorax – Symphyse : 5
- Pleurésie infectieuse – Débridement : 5-10
- Pleurésie néoplasique – Symphyse : 5
- Hémothorax – Décaillotage : 5

Exploration ganglionnaire : Biopsie axillaire, cervicale, inguinale : 5

Exploration médiastinale :

- Médiastinoscopie : 5-10
- Médiastinotomie antérieure : 5-10
- Vidéoarthroscopie pour biopsie ganglionnaire : 10-15

Biopsie pulmonaire : résection atypique ou wedge : 5-10

Exérèse de kyste pleuro-péricardique par voie mini-invasive : 5

Traumatisme thoracique avec ostéosynthèse costale : 5

Y a-t-il un besoin de stage en secteur privé-Espic ?

Oui. Cela donne une vision de l'exercice de la chirurgie différente et peut permettre d'ouvrir une autre offre de soins dans la formation des internes.

CHIRURGIE CARDIAQUE

Pr Pascal LEPRINCE, PU-PH, La pitié (Paris)
Dr Gabriel SAIYDOUN, Dr Junior, La Pitié (Paris)

Parmi les actes marqueurs de votre spécialité, quelles sont celles qui relèvent de la phase de spécialisation, après la fin de 1^{ère} année de Docteur Junior ?

En chirurgie cardiaque, la formation à une opération complète sous circulation extracorporelle ne se fait que lors du post-internat. Le Dr Junior est formé aux bases de la chirurgie cardiaque : voies d'abord, mise sous CEC, prélèvements de greffons pour les pontages...et aux opérations de base sans CEC : drainage péricardique, médiastinites, poses d'ECMO, ainsi qu'aux techniques de base de Structurel type TAVI.

Quels sont les moyens de formation actuels (en dehors du compagnonnage) Quels moyens de formation, Quels seuils, Quels lieux apparaissent nécessaires ?

Dissections au laboratoire anatomique : utile

Interventions sur le gros animal utile

interventions sur le petit animal inutile

vidéos non commentées,

vidéos commentées: indispensables

Simulation physique : indispensable

Simulation Numérique : utiles

Quels seuils sont nécessaires à la fin de la première année de Docteur Junior, pour permettre une autonomie satisfaisante ?

En chirurgie cardiaque, l'autonomie n'est pas acquise en fin de DJ

Y a-t-il un besoin de stage en secteur privé-Espic ?

Oui

CHAPITRE IV

**UN « PLAN CHIRURGIE 4.0 - FRANCE 2030 »
POUR L'AMÉLIORATION DE LA FORMATION
PRATIQUE DES OPÉRATEURS.**

LES 10 PROPOSITIONS DE L'ACADÉMIE NATIONALE DE CHIRURGIE (ANC)

PROPOS INTRODUCTIF

Lancer un « Plan Chirurgie 4.0 - France 2030 » pour l'amélioration de la formation pratique des opérateurs est pour l'ANC une nécessité afin que les compétences des opérateurs puissent être adaptées le plus rapidement possible à la transformation profonde qui est à l'œuvre pour l'ensemble des métiers de la chirurgie et de la médecine interventionnelle sous l'impulsion de la mutation digitale qui s'impose au cœur de l'écosystème de la santé et plus particulièrement de la « chirurgie nouvelle, dite augmentée ».

Cette nécessité a été clairement exprimée et débattue lors du Colloque organisé le 15 mars 2024 par l'ANC à l'Assemblée nationale sur « La Formation Pratique des Opérateurs » et par les 20 groupes de travail inter-universitaires nationaux thématiques mis en place par l'ANC entre mars et juillet 2024.

L'ANC publiera leurs conclusions lors des Rencontres Internationales de la Chirurgie Francophone (RICF 2024) qui se tiendront au MESR les 28 et 29 octobre 2024 et de manière synthétique et pratique l'ANC formule 10 propositions essentielles à l'amélioration de la formation pratique des opérateurs.

Ces 10 propositions doivent être la trame d'un « Plan Chirurgie 4.0 - France 2030 » pour l'amélioration de la formation pratique des opérateurs, qui doivent s'adapter au développement technologique et à l'innovation de la « Chirurgie 4.0 » :

- nécessité d'une nouvelle conception pédagogique et technologique de la formation pratique des opérateurs des chirurgiens et des médecins interventionnels.
- nécessité d'une nouvelle organisation administrative nationale et territoriale des écoles de chirurgie en France, qui doivent fonctionner en réseaux coordonnés et fédérés en lien avec les universités et avec les instances professionnelles.

LES 10 PROPOSITIONS DE L'ANC

POUR AMÉLIORER DE LA FORMATION

PRATIQUE DES OPÉRATEURS

IL FAUT

1/ Valider **une École de Chirurgie par Région**, chaque Région regroupant les différentes initiatives des CHU de la région sous une autorité commune.

2/ Créer un **Conseil National des Écoles de Chirurgie** chargé d'harmoniser le fonctionnement des Ecoles de Chirurgie régionales en réseaux coordonnés et fédérés.

3/ Définir les programmes destinés à la formation des étudiants de tous les **DES concernés avec les spécialités chirurgicales et interventionnelles en y incluant :**

- la revalorisation de l'enseignement de l'anatomie en lien avec les collèges d'enseignement de l'anatomie,
- la généralisation de l'initiation à la chirurgie lors du deuxième cycle des études de médecine,
- la facilitation financière pour l'accès aux DIU pour les internes,
- l'acculturation à la science des datas et à la chirurgie 4.0 , dans le cadre de la mission confiée à l'ANC par le SGPI et l'AIS, au sein de l'Observatoire national des pratiques opératoires innovantes.

4/ Définir les niveaux d'équipement nécessaires en particulier concernant la simulation et la robotique et mettre à niveau les équipements des Écoles de Chirurgie dans le cadre du plan « Chirurgie-France 2030 ».

5/ Analyser les demandes d'équipement émanant du Conseil National des Écoles de Chirurgie, prenant en compte les besoins disciplinaires, en lien avec les instances nationales, régionales et locales.

6/ Créer un Fonds « Chirurgie 4.0 -France 2030 » en relation avec les Universités, les CHU, les sociétés savantes disciplinaires, les CNP et les industriels de la santé, destiné aux Universités et aux Écoles de Chirurgie pour :

- le renouvellement des équipements et à leur maintenance,
- la rémunération du personnel nécessaire à leur fonctionnement,
- le financement du déplacement des étudiants pour leurs séances de formation au niveau des Écoles de Chirurgie.

7/ Évaluer et valider des compétences procédurales et cognitives des opérateurs par les Collèges nationaux d'enseignement (CNE) et par leur Conseil National (CNCEM).

8/ Évaluer les formations sur la base des références institutionnelles obligatoires et créer un diplôme de compétence technique chirurgicale et/ou interventionnelle, en accord avec la Conférence Nationale des Doyens de Médecine, venant en complément du DES et des DIU, pour exercer le métier de chirurgien ou de médecin interventionnel dans chaque spécialité.

9/ Organiser une évaluation triennale des Écoles de Chirurgie par un Conseil Scientifique indépendant, international, sous l'égide du MESR et faire un bilan à 10 ans.

10/ Développer à l'international et en francophonie les écoles de chirurgie. Valorisation des travaux des écoles par des séminaires et des congrès organisés sous l'égide de l'ANC.
