



RÉVOLUTION NUMÉRIQUE : INDISPENSABLE OU SUPERFLUE ?

sofcot.fr

SOMMAIRE INTERACTIF

ÉDITORIAL

La certification périodique pour les chirurgiens orthopédistes traumatologues 2

RÉVOLUTION NUMÉRIQUE

Révolution numérique : IA, robots et intelligence émotionnelle 4

PRISE DE DÉCISION

Prise de décision : la plateforme neuro-cérébrale 5

CHATGPT

2023 : le « moment ChatGPT » 11

INTÉGRITÉ SCIENTIFIQUE

Paysage et enjeux de l'intégrité scientifique en France 16

LANGAGE

Intelligence artificielle : l'épreuve de la syntaxe et de la sémantique 20

RÉALITÉ MIXTE

Réalité mixte collaborative : bienvenue dans le Surgiverse ! 22

PÉDIATRIE

Influence transformative des nouvelles technologies issues du numérique en orthopédie pédiatrique 27

CHIRURGIE ROBOTIQUE

Chirurgie robotique en duplex et en direct : une première en orthopédie 30

SANTÉ ET LONGÉVITÉ

Quelle est votre espérance de vie | en bonne santé ? 33

RÉDACTION

La rédaction pour la recherche en santé 38

COMPTES RENDUS

Une année au CIUSSS du nord de l'île de Montréal, Canada 39

Une année belgo-parisienne 43

Une année à l'UCSF, San Francisco, USA 45

Une année à Cape-Town, Afrique du Sud 48

RÉUNIONS SCIENTIFIQUES [Cliquez ici](#)

LA CERTIFICATION PÉRIODIQUE POUR LES CHIRURGIENS ORTHOPÉDISTES TRAUMATOLOGUES

● QUELS SONT LES ÉLÉMENTS RÉGLEMENTAIRES ?

L'ordonnance n°2021- du 19 juillet 2021 pour la certification périodique des professions de santé à ordre définit le cadre du parcours de certification, avec notamment les dispositions suivantes :

Art. L. 4022-2

I. - Au titre de la certification définie à l'article L. 4022-1, les professionnels de santé doivent établir, au cours d'une période de six ans, avoir réalisé un programme minimal d'actions visant à :

- 1° Actualiser leurs connaissances et leurs compétences ;
- 2° Renforcer la qualité de leurs pratiques professionnelles ;
- 3° Améliorer la relation avec leurs patients ;
- 4° Mieux prendre en compte leur santé personnelle.

II. - Les actions réalisées au titre du développement professionnel continu, de la formation continue et de l'accréditation sont prises en compte au titre du respect de l'obligation de certification périodique.

III. - Chaque professionnel de santé choisit, parmi les actions prévues au référentiel de certification périodique défini à l'article L. 4022-7 qui lui sont applicables, celles qu'il entend suivre ou réaliser au cours de la période mentionnée au I.

Elle prévoit également des mesures d'application pour préciser le périmètre de certification, son contenu et les règles de computation qui seront précisées par décret en Conseil d'Etat :

Art. L. 4022-4

Un décret en Conseil d'Etat définit :

1° - Les conditions dans lesquelles certaines catégories de professionnels, au sein de chacune des professions mentionnées à l'article L. 4022-3, peuvent être exonérées, totalement ou partiellement, de l'obligation définie au I de l'article L. 4022-2 lorsque ces professionnels n'exercent pas leur activité directement auprès de patients, sont soumis à des obligations spécifiques de formation ou ne sont pas inscrits à l'ordre de leur profession ;

2° - Les conditions et modalités de détermination, de réalisation et de prise en compte au titre de l'obligation de certification périodique des actions mentionnées au I de l'article L. 4022-2 et les conditions minimales permettant de satisfaire à cette obligation ;

3° - Les règles de computation de la période de six ans, mentionnée au I de l'article L. 4022-2.

Les chirurgiens orthopédistes traumatologues sont soumis à l'obligation complète de certification.

En ce qui concerne la périodicité, l'ordonnance du 19 juillet 2021 prévoit que la première période de certification est de 6 ans pour les nouveaux diplômés et, à titre dérogatoire, de 9 ans pour les professionnels en exercice, renouvelable ensuite tous les 6 ans.

● EN PRATIQUE

Le référentiel sera établi par le CNP-COT dont l'action principale sera, tout en respectant les requis réglementaires, de simplifier au mieux la démarche du chirurgien. Le CNP-COT a confié à Orthorisq la mise en œuvre opérationnelle de la certification périodique pour la profession. Vous aurez 4 blocs à valider :

BLOC 1 : Améliorer les connaissances et les compétences. Minimum de 3 actions sur la période de 6 ans.

BLOC 2 : Renforcer la qualité des pratiques et des soins. Minimum de 2 actions sur la période de 6 ans.

Vous validez ces deux blocs actuellement si vous avez une démarche d'accréditation avec Orthorisq.

BLOC 3 : Améliorer la relation avec les patients. Minimum de 2 actions sur la période de 6 ans, Action socle obligatoire : ouverture et mise à jour pérenne du dossier médical/espace personnel santé.

L'utilisation de RENACOT vous permettra de répondre en grande partie à ce bloc car il permet le suivi au travers d'un dossier et la relation continue avec le patient entre autres avec les PROMs [NDLR : questionnaire PROM = manière dont le patient évalue son état de santé] et les alertes en fonction des réponses aux questionnaires.

BLOC 4 : Mieux prendre en compte sa santé personnelle. Minimum d'une action pour ce bloc, en sus de la déclaration d'un médecin traitant ou médecin du travail : souscription à une auto-évaluation sur l'état de santé et son suivi (avec rappel des dispositifs existants), actions pour la gestion des risques, actions en santé environnementale (PNSE4), actions dans le cadre du plan d'action de prévention et de maîtrise des risques psychosociaux.



● OÙ EN SOMMES-NOUS ?

Nous attendons le décret d'application qui était prévu en janvier 2023, mais nous avons l'information que la certification vaudra DPC.

Pour la mise en œuvre, la demande de la FSM est : les CNP font les référentiels, sont dans l'accompagnement des professionnels pour la réalisation de la certification et attestent la validité du parcours, charge au CNOM de valider la certification sur avis du CNP et d'en effectuer l'enregistrement.

Mais comme on peut l'imaginer entre les intérêts de pouvoir et les intérêts financiers (car comment sera financée cette certification et qui en sera le bénéficiaire), le CNOM essaye de centraliser les éléments de la certification et explique qu'il peut tout faire. Ce qui pose le problème de la validation par des personnes n'étant pas de la spécialité et la perte complète du processus par les spécialités qui sont les seules à pouvoir écrire les requis et les évaluer.

Nous sommes donc, avec la FSM, dans une négociation avec la DGOS et le CNOM pour faire évoluer les choses et les dernières réunions permettent d'espérer un système équilibré qui sera bénéfique pour tous.

Reste une question en suspens : le financement ? Actuellement le financement de l'accréditation est fait à l'aide de l'argent public. Si l'accréditation actuelle ne vaut pas certification puisqu'elle ne remplit les obligations que pour deux blocs sur quatre, il y a fort à parier qu'il y aura, à terme, une fusion des modes de fonctionnement et de financement des deux systèmes.

En effet, un choc de simplification est nécessaire, avec une seule procédure, sous le label certification ; qui englobera toutes nos obligations de DPC, d'accréditation etc. Elle devra évoluer avec le temps en évitant la création de systèmes parallèles concurrents et parasites qui sont sources d'incompréhension et de confusion pour beaucoup d'entre nous.

Au total, nous avons les grandes lignes de nos obligations futures pour valider la certification périodique. Les prochaines semaines vont permettre de clarifier le rôle des CNP et du CNOM dans le processus. Mais il nous reste à travailler au travers de la FSM avec la DGOS pour : fusionner accréditation DPC, dans la certification et clarifier les modes de financement.

Sur le plan pratique :

- Le CNP COT est en cours de validation des référentiels pour les quatre blocs.
- Orthorisq est en ordre de marche pour en assurer la partie opérationnelle.

Le CNP COT qui est au service de tous, restera très vigilant : pour que la spécialité soit maître d'œuvre du processus d'accréditation, pour accompagner dans cette démarche tous les chirurgiens qui en auront besoin et surtout sur le plan pratique en simplifier l'usage. En un mot nous sommes prêts !



Stéphane
BOISGARD

Président
du CNP-COT



Congrès de la Société Française de
Chirurgie Orthopédique et Traumatologique

Articulation

Public - Privé

Transition

Enfant - Adulte

Nation invitée
Belgique

Société à l'honneur
SOFOF



DU LUNDI 13 AU MERCREDI 15
NOVEMBRE 2023
PALAIS DES CONGRÈS - PARIS - FRANCE

RÉVOLUTION NUMÉRIQUE



RÉVOLUTION NUMÉRIQUE : IA, ROBOTS ET INTELLIGENCE ÉMOTIONNELLE

Par **Philippe MERLOZ**, Rédacteur en Chef du BOF et de la Lettre du CNP-COT

Il ne s'écoule pas un jour sans que nous n'entendions parler dans les médias papiers, radiophoniques et/ou télévisés de révolution numérique avec l'intelligence artificielle (IA) et les robots. Nous avons conçu ce numéro 94 du Bulletin des Orthopédistes Francophones autour de cette révolution numérique qui tente de nous fournir une assistance.

1° - Dans son article sur la plateforme neuro-cérébrale, Jean-Yves de la Caffinière nous rappelle, au travers de l'histoire de Ph. Gage, que l'IA ne possède ni corps ni cortex limbique, donc aucune intelligence émotionnelle. Elle est de ce fait incapable de prendre une décision.

2° - Dans son propos *ChatGPT et intégrité scientifique* (déjà publié dans le numéro 44, de juin 2023, de la lettre du CNP), Rémi Kohler expose parfaitement les problèmes soulevés par l'utilisation de l'IA et notamment celui de l'intégrité scientifique, ce que viendra confirmer Madame Hélène Le Meur, responsable éditoriale des publications et ressources de l'Ofis (Office Français d'Intégrité Scientifique) dans son texte décrivant le paysage et les enjeux de l'intégrité scientifique en France. Jean-Yves de la Caffinière nous confirme dans son article *Intelligence artificielle : l'épreuve de la syntaxe et de la sémantique* que l'IA apparaît comme une entité incorporelle (inhumaine et non divine) parce que sans engagement et sans responsabilité.

3° - La technologie des robots et la réalité augmentée (ou mixte) en chirurgie ont aujourd'hui un peu plus de trente ans d'existence. Après une période d'enthousiasme (au début des années 1990), liée à la nouveauté et à ce qui pouvait passer pour une innovation de rupture, s'est installée une période d'incertitudes et de doutes (années 2000 et début des années 2010) ou l'effet de mode fit sentir ses effets. Depuis quelques années, de nombreux orthopédistes se sont appropriés ces technologies pour les utiliser de façon quotidienne. Rémi Philippot et Nicolas Pujol utilisent les Robots Mako® et Rosa® pour implanter des prothèses totales de genou. Marc-Olivier Gauci et ses collaborateurs se servent de la réalité mixte grâce à une plateforme « cloud » qui permet de délocaliser l'hébergement de données et les calculs et donc d'obtenir un stockage et une puissance infinie pour analyser ces données. Avec une telle architecture de calcul décentralisée, de simples appareils mobiles connectés suffisent à accéder aux modèles chirurgicaux 3D issus d'une planification et à l'ensemble des données économiques et écologiques, cet accès aux modèles 3D est simplifié et ne nécessite pas de multiples téléchargements chronophages et très consommateurs d'énergie. Manon Bachy et son équipe nous montre que les nouvelles technologies issues du numérique transforment la pratique de l'orthopédie pédiatrique en améliorant la précision, la sécurité et les résultats globaux des procédures.

Cette révolution numérique peut susciter enthousiasme et forte adhésion mais aussi crainte et parfois rejet. Si un jour ou l'autre il y a une « IA forte », c'est-à-dire consciente et munie d'un quotient émotionnel, il faudra certainement introduire un contrôle sous une forme ou une autre. Rabelais écrivait « *Science sans conscience n'est que ruine de l'âme* » et récemment Christopher Nolan (réalisateur du film *Oppenheimer* sorti en salle le 19 juillet 2023) affirmait « *Si l'innovation technologique n'est pas contrôlée par des responsables politiques qui comprennent ses enjeux, cela devient problématique. Nous sommes en plein dans ce débat avec l'intelligence artificielle.* »

Cette révolution numérique peut susciter enthousiasme et forte adhésion mais aussi crainte et parfois rejet. Si un jour ou l'autre il y a une « IA forte », c'est-à-dire consciente et munie d'un quotient émo-

tionnel, il faudra certainement introduire un contrôle sous une forme ou une autre. Rabelais écrivait « *Science sans conscience n'est que ruine de l'âme* » et récemment Christopher Nolan (réalisateur du film *Oppenheimer* sorti en salle le 19 juillet 2023) affirmait « *Si l'innovation technologique n'est pas contrôlée par des responsables politiques qui comprennent ses enjeux, cela devient problématique. Nous sommes en plein dans ce débat avec l'intelligence artificielle.* »

Philippe MERLOZ

Références

● **Connaître l'IA par Amélie Cordier**, maître de conférences à l'Université Lyon 1 et au LIRIS. Spécialiste de l'intelligence artificielle développementale, elle contribue à faire évoluer la recherche dans ce domaine tout en proposant des applications pratiques.

CHAPITRE 1 - Définition de l'IA : <https://campusnumerique.auvergnerhonealpes.fr/innovet/web-serie-ia-tout-comprendre-chapitre-1-definitions-de-lintelligence-artificielle/>
YouTube : <https://www.youtube.com/watch?v=q8V6RCkwo0A>

CHAPITRE 2 - Histoire de l'IA : <https://campusnumerique.auvergnerhonealpes.fr/innovet/serie-video-ia-tout-comprendre-chapitre-2-histoire-de-lintelligence-artificielle/>
YouTube : <https://www.youtube.com/watch?v=HvBusx7HxoM>

CHAPITRE 3 - Machine learning et Deep learning : <https://campusnumerique.auvergnerhonealpes.fr/innovet/serie-video-ia-tout-comprendre-chapitre-3-machine-learning-et-deep-learning/>
YouTube : <https://www.youtube.com/watch?v=5GKWUQAkfo>



● À lire

- Le numéro 345 (juillet - septembre 2023) de la revue *Sciences et Pseudo-Sciences*.
- Stéphane Rose : *Mes nuits avec une intelligence artificielle. Le cherche-midi éditeur, 2023.*
- Le numéro hors-série de la revue *philosophie magazine*.



PRISE DE DÉCISION : LA PLATEFORME NEURO-CÉRÉBRALE

Par **Jean-Yves de la CAFFINIÈRE**, ex-chirurgien des hôpitaux, professeur émérite

Années 1970, hôpital Antoine-Béclère (construction toute récente de l'AP-HP située dans le 92). Mon supérieur hiérarchique est un fervent catholique avec forte connotation jésuite. À ses côtés un adjoint agnostique de formation protestante.

Confrontation de deux esprits non point opposés sur l'essentiel, mais d'approche différente dès qu'il s'agit de trancher un cas clinique complexe susceptible d'engendrer un échec et donc la culpabilité qui va avec.

Nous sommes un samedi matin, jour de présentation des entrants. Les internes effectuent leur travail de présentation des observations devant un aréopage qui attend avec une gourmandise non dissimulée le spectacle quasi théâtral de la confrontation qui va se dérouler sous ses yeux. Arrive en effet un cas particulièrement complexe. Si mon souvenir est exact : une proposition de reprise opératoire d'un cas de sténose lombaire arthrosique multi-opéré.

Le plus expérimenté d'entre nous intervient naturellement en premier. Muni de son habituelle démarche d'excellent clinicien, il fait une synthèse éclairée du tableau clinique.

Mais au final quelle est son indication ?

C'est alors que l'on voit se développer la liste exhaustive de tous les facteurs extérieurs qui pourraient compromettre le résultat de l'option qu'il a choisie : la sub-

tile offensive de non-culpabilité préventive est en route.

C'est à mon tour d'entrer en scène, je ne manque pas de reprendre un à un les arguments avancés et une fois la liste épuisée, je pose une option différente tout en précisant qu'en cas d'échec — prenant le public présent à témoin — j'en assumerai l'entière responsabilité, à l'instar de l'adage bien connu : faute avouée (ici assumée), faute à moitié pardonnée.

Nous venons de voir se déployer deux répliques divergentes face à la réminiscence du péché originel qui, dans les 2 cas, vise à se prémunir contre l'aggravation de l'état d'un patient venu en confiance. Y-at-il une explication à cette différence de point de vue appliquée à la démarche médicale ? Les deux protagonistes de cette saynète ont reçu la même instruction, ont suivi les mêmes programmes éducatifs républicains, la même formation professionnelle et ont franchi les mêmes épreuves universitaires. Leur indication respective était intellectuellement recevable. Mise à part une différence d'expérience liée à l'âge, ni le niveau des connaissances, ni la capacité à raisonner n'expliquent ce désaccord moral. En revanche, s'agissant de culpabilité, chacun est arc-bouté sur des préjugés visant à anticiper une sortie honorable en cas d'éventuel échec.

Le but de cet article est d'explorer l'intimité du processus neuro-cérébral qui a engendré ces deux modèles de la pensée

judéo-chrétienne appliquée à la prise de décision dans le milieu professionnel qui nous est familier, dans la civilisation qui est la nôtre.

On commencera par rapporter l'observation clinique d'un homme qui fut victime d'une lésion traumatique du cortex limbique, démontrant pour la première fois que le cerveau ne sert pas qu'aux fonctions intellectuelle et motrice. Les connaissances neuroscientifiques actuelles sur le rôle du cortex limbique seront résumées et illustrées pour ensuite donner la définition de l'intelligence émotionnelle. Ceci nous conduira à établir la notion de « centre autobiographique » du cerveau. Puis, on reviendra sur l'intérêt de l'observation princeps rapportée plus haut parce qu'elle enrichit notre posture à l'égard de l'intelligence artificielle (IA). Enfin, deux questions seront examinées : le cortex limbique joue-t-il un rôle dans la production artistique ? Est-il un simple organe neuro-sédatif visant à masquer les angoisses ou le support spirituel chargé de relayer la foi ?

● **UNE OBSERVATION PRINCEPS DÉMONSTRATIVE**

« *Je pense donc je suis* » avait dit notre Descartes national, estimant qu'être conscient de sa capacité d'abstraction suffisait à différencier la créature humaine de l'animal. Cinq siècles plus tard, les travaux des neuroscientifiques et en particulier d'Antonio Damasio (Fig. 1) de l'université de l'Iowa, viennent en écho à la non moins célèbre

réponse de Pascal à son célèbre prédécesseur : « le cœur a ses raisons que la raison n'a pas ». Pour démontrer « l'erreur de Descartes » [1], il faut cependant fournir de solides arguments, et de fait cet éminent neurophysiologiste n'en manque pas. À commencer par rapporter une observation clinique convaincante :

« *Été 1848 en Nouvelle-Angleterre près de Boston, Phineas P Gage — 25 ans — est chef d'équipe dans une entreprise de travaux de voies ferrées. Il est particulièrement apprécié par ses employeurs pour son intelligence et sa sociabilité. On souligne sa force de caractère et sa capacité à prendre les bonnes décisions, en même temps que sa modération dans ses relations professionnelles. Ce jour-là, il faut faire sauter à la dynamite un rocher qui empêche le passage. Avec une barre de fer il bourre de poudre un trou ménagé dans la roche. On oublie d'interposer du sable. Le contact brutal fer/poudre/roche provoque une étincelle et c'est l'explosion qui projette la barre de fer à la verticale dans le visage de Ph. Gage. Elle pénètre la base du crâne par la joue gauche (fig. 2) et ressort par le sommet du crâne. Elle sera retrouvée quelques dizaines de mètres plus loin. Miraculeusement Ph. Gage réchappe à ce terrible accident du travail et restera même conscient tout au long de son transport à l'hôpital, capable*

également de parler et de se déplacer tout seul. Il sera physiquement rétabli en moins de 2 mois. Mais Gage ne sera plus Gage : tout le monde constate un changement complet de sa personnalité. De nombreux médecins, parmi les plus éminents neurologues de Boston l'examineront et feront des rapports précis et en particulier un certain Docteur Harlow dont on a retrouvé l'observation médicale : il constate que ses principales propriétés physiques sont intégralement conservées, exceptée la perte traumatique de l'œil gauche. Il ne souffrait d'aucun handicap moteur et n'avait pas de difficultés notables dans l'élocution, il raisonnait même comme avant. En revanche, lui si stable avant l'accident, au caractère enjoué et sociable était d'humeur changeante, incapable d'organiser sa vie, capricieux, inconstant, désinhibé, indécis. Il mourra dans un état de déchéance et d'abandon en 1861. »

Cette observation exceptionnelle démontre que le cerveau ne disposait pas que des fonctions intellectuelles et motrices. Une lésion traumatique pouvait entraîner l'altération des fonctions sensibles acquises tout au long de la vie : perte de la sociabilité, incapacité à anticiper l'avenir, à prendre des décisions pour soi et pour autrui : un syndrome de dissociation mentale conduisant à une entrave de toute vie sociale normale par perte sans retour des acquisitions fournies par l'apprentissage individuel. Depuis, de nombreux cas, notamment par tumeur, AVC ou neuro-dégénérescence, sont venus étayer cet exemple clinique caricatural. Aujourd'hui, les explorations par IRM dynamique localisent les formations anatomiques impliquées dans ce tableau clinique et les tests psychologiques permettent d'identifier les réseaux neuronaux engagés dans le processus qui conduit à l'incapacité de décider et de créer.

tal, cingulaire antérieur et préfrontal médian. Les émotions suscitent une activation du cortex orbitofrontal tandis que la prise de décision active le cortex préfrontal médian et ventral ainsi que le cortex orbitofrontal. C'est dans ces formations anatomiques que s'échafaude la décision par comparaison avec des actions similaires passées engrangées dans la mémoire de l'intéressé. De plus, Daniel Kahneman (Fig. 4), prix Nobel 2002, a montré [2] que nous réagissons alternativement selon un processus rapide (système 1) pour les décisions du quotidien, tandis que les décisions qui demandent réflexion suivent un processus plus lent (système 2). Il démontre que la fatigue, la trop grande quantité d'informations, les distractions favorisent le système 1 plus rapide et automatique au détriment du système 2, d'où la porte ouverte aux décisions précipitées. Sujet d'une brûlante actualité... Comme l'a montré également A. Damasio, ces différents noyaux limbiques sont des centres de triage ou comme il le dit très bien « le bureau des douanes » chargé de contrôler les entrées et les sorties du cerveau. Les entrées sont tous les stimuli extérieurs captés par les organes périphériques de notre corps : viscères, odorat, appareils auditifs, visuels et tactiles. Certaines viennent donc directement du vécu, d'autres sont indirectes, telle la lecture, espace clos où chacun peut échafauder librement des images qui resteront enfouies dans la mémoire : contes pour enfants [3], romans à l'âge adulte. Lire est « ...Un espace où vivre un présent plus vaste, plus intense, où s'accorder au monde et aux autres... » [4]. Cette floraison de sources, vécues par délégation, participe donc aussi, consciemment ou inconsciemment à nourrir le moment de la décision. Ainsi, sentiments d'un côté, connaissances de l'autre, tous deux stockés dans la mémoire,

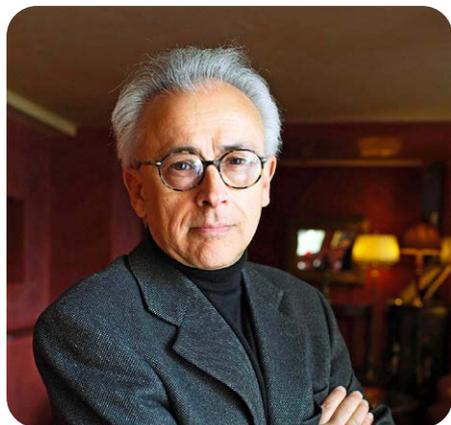


Figure 1 - Antonio Damasio

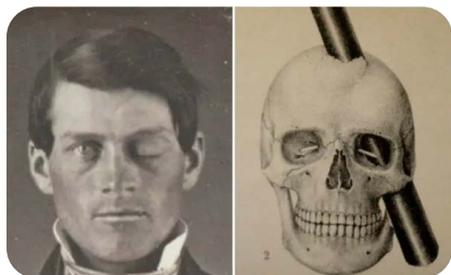


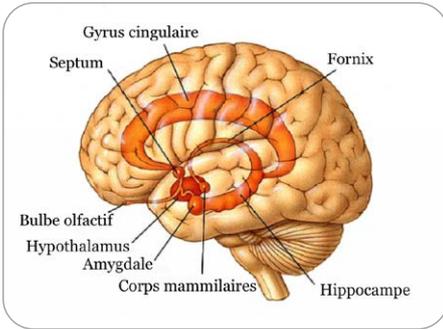
Figure 2 - Phineas P Gage et schéma de la trajectoire de la barre de fer

BRÈVE CARTOGRAPHIE LIMBIQUE ET MÉCANISMES NEURO-CÉRÉBRAUX DE LA DÉCISION

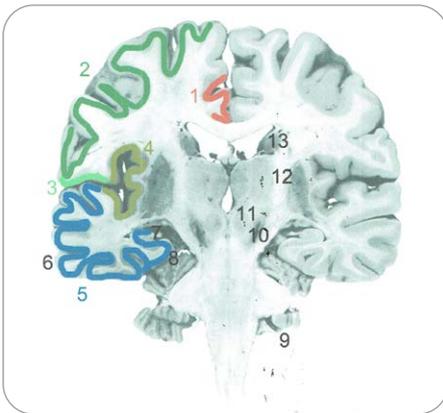
Comme le montrent les figures 3a, b et c page suivante, le cortex limbique est composé d'une série d'îlots répartis dans les couches profondes des 2 côtés des lobes frontaux et temporaux et à la base du tronc cérébral. La figure 3c, indique avec précision la situation des 2 fonctions qui nous intéressent : émotions et créativité (ou décision). Les IRM dynamiques ont montré que la réponse aux sollicitations extérieures s'effectue en 3 étapes issues géographiquement des cortex orbitofron-



Figure 4 - Daniel Kahneman



● Figure 3a



● Figure 3b - Coupe frontale d'un cerveau humain. Les régions du système limbique (cortex limbique, hippocampe) cohabitent avec celles des ganglions de la base (noyau caudé, putamen, substance noire).

Légende. Cortex limbique (1) ; lobe frontal (2) ; lobe pariétal (3) ; lobe insulaire (4) ; lobe temporal (5) ; gyrus temporal (6) ; hippocampe (7) ; gyrus parahippocampique (8) ; nerfs crâniens (9) ; substance noire (10) ; noyau rouge (11) ; putamen (12) ; noyau caudé (13).

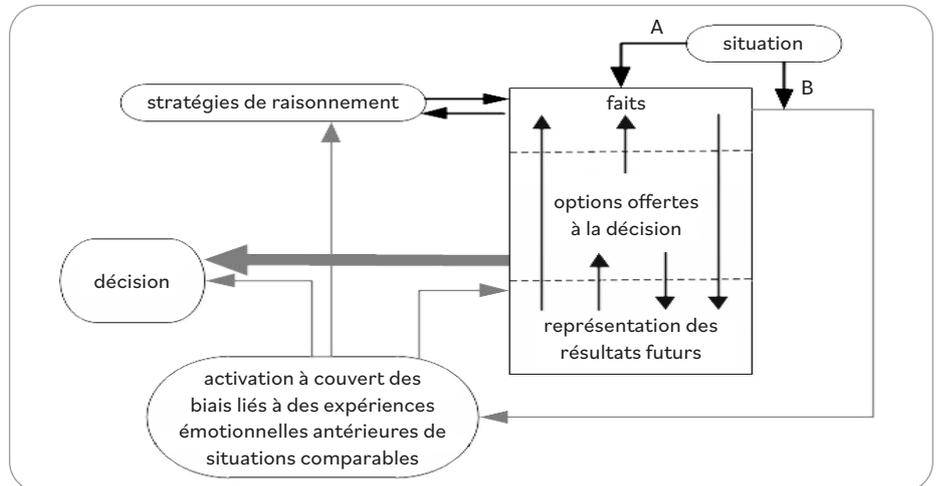
participent à nourrir une dialectique arbitrée par la Raison. Des voies alternatives véhiculent — selon les circonstances — le retour des directives aux organes périphériques. Le schéma (Fig. 5) extrait d'un second ouvrage de A. Damasio : « *Spinoza avait raison* » [5] les illustre très bien.

● QU'EST-CE QUE L'INTELLIGENCE ÉMOTIONNELLE ?

À la différence de la logique adossée à des connaissances avérées, auxquelles quiconque peut avoir accès pour peu qu'il en ait la volonté et s'en donne les moyens, l'intelligence émotionnelle est la conscience pour un individu à comprendre, maîtriser et exprimer un sentiment qui lui est propre. Elle est indépendante du degré de connaissances de chacun. Mais, contrairement à l'animal, elle est l'aboutissant chez l'Homme d'une construction dont



● Figure 3c

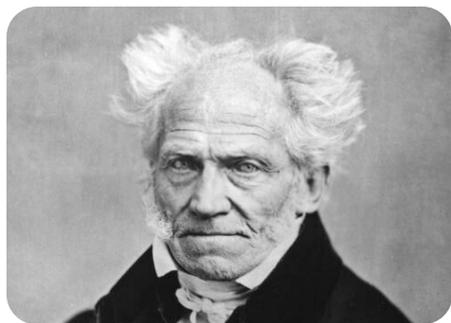


● Figure 5 - La prise de décision normale passe par deux voies complémentaires. Confrontée à une situation qui requiert une réponse, la voie A déclenche des images liées à la situation, aux options d'action et à l'anticipation des résultats futurs. Les stratégies de raisonnement peuvent opérer sur ces connaissances pour produire une décision. La voie B fonctionne en parallèle et déclenche l'activation d'expériences émotionnelles antérieures survenues dans des situations comparables. En retour, le rappel du matériau émotionnel lié, à couvert ou à découvert, influence le processus de prise de décision en attirant l'attention sur la représentation des conséquences futures ou en interférant avec les stratégies de raisonnement. Parfois, la voie B peut donner directement lieu à une décision, comme lorsqu'un mal de ventre dicte une réponse immédiate. Le taux d'utilisation de chaque voie seule ou ensemble dépend du développement individuel de la personne, de la nature de la situation et des circonstances. Les étonnantes structures de décision décrites par Daniel Kahnemann et Amos Tversky dans les années 1970 sont probablement dues à l'action de la voie B.

l'intéressé est lui-même le scénariste et le metteur en scène. Le quotient émotionnel génère une bonne conscience de soi, la capacité à identifier ses sentiments et ceux d'autrui. C'est la vertu d'une intelligence émotionnelle maîtrisée qui nous procure la confiance en nous-mêmes, la faculté d'évaluer ce qu'on ressent : les certitudes mais aussi les doutes. L'appairage harmonieux de la pratique de la raison à la maîtrise des émotions concoure à édifier des personnalités prêtes à s'adapter à tout événement et même à l'anticiper s'il a été archivé dans la mémoire.

● AUTOBIOGRAPHIE : UN MODELAGE COGNITIF INDÉLÉBILE ?

Parvenu à l'âge adulte, chacun dispose d'un journal intime sans pareil parce que notre propre parcours de vie est unique. Il incarne notre identité, que le qualificatif d'autobiographique résume assez bien puisque lorsque nous nous posons la question : qui suis-je, nous reconstituons la cohorte des faits incrustés dans notre mémoire. Personne ne peut nous enlever ce vécu acquis par l'éducation et l'accumulation d'expériences dont découlent les jugements conscients ou enfouis dans notre inconscient cognitif. Mais, comme disait Schopenhauer (Fig. 6), notre cerveau ne reconstitue pas le réel, il n'en fournit que sa représentation [6]. Aussi, détachée de la réalité, notre volonté peut-elle nous conduire tout droit à prendre de mauvaises décisions. À terme, une personnalité stable, ouverte sur l'extérieur, en accord avec elle-même, est le résultat d'un croisement équilibré entre deux formations intracérébrales distinctes. Le néocortex génère l'intelligence abstraite agrémentée de son bras armé la Raison, l'autre est le cortex limbique, qui génère les sentiments. C'est le deux en un ainsi qualifié par Hannah Arendt. Dans son Phèdre, Platon rapporte une métaphore attribuée à Socrate : l'âme est un attelage formé par un cocher qui mène 2 chevaux. Recyclée en



● Figure 6 - Arthur Schopenhauer

langage anatomo-physiologique moderne, le cocher serait le néocortex, les 2 chevaux le cortex limbique. Mais, l'un des 2 chevaux tend à accéder au beau et au bien (c'est-à-dire les exigences de l'âme), il vise à s'élever, ce que Nietzsche [7] désigne par « *composante apollinienne de l'Homme* ». L'autre cheval, au contraire, a des désirs sauvages incontrôlés, des élans instinctifs et primitifs (les exigences du corps) qui tirent l'attelage vers le bas (composante dionysiaque). Belle métaphore des combats que nous menons parfois entre soi et soi-même lorsqu'on est face à une décision au résultat hasardeux (le mariage par exemple...). Qui, avant de prendre une décision et malgré une analyse exhaustive, n'a pas, un jour ressenti — à tort ou à raison — un mauvais pressentiment et d'y renoncer sans avoir vraiment discerné l'exacte raison ? C'est aussi parce que connaissances et raison varient d'un individu à l'autre, d'une culture à l'autre, que le cortex limbique peut déborder les freins venus du néocortex, laissant alors le champ libre à une émotion devenue hors de contrôle. Les faits, disait Marcel Proust, ne pénètrent pas dans le monde où vivent les croyances... [8]. Lorsqu'on est en position de responsabilité collective, la connaissance de ces 2 formations anatomiques et leur fonctions distinctes n'est pas inutile. Elle peut nous aider à reconnaître, dans notre entourage, les jeunes collaborateurs plutôt à dominante « limbique » c'est-à-dire sensibles et créatifs et, à l'inverse, ceux plutôt « néocortex » davantage proches du dogme que de l'imagination.

● L'IA À LA LUMIÈRE DU CAS PHINEAS GAGE

Le cas Ph. Gage vient enrichir en contrepoint la connaissance des propriétés de l'IA, ses limites et donc les services qu'elle peut nous rendre. Ce cas clinique souligne le fait que l'IA fonctionne sans corps sensible et sans âme, c'est-à-dire sans incarnation ni émotions. Comme l'IA, Ph. Gage s'est retrouvé accidentellement amputé de ses formations limbiques, ou du moins d'une partie d'entre elles, le conduisant à être privé de son quotient émotionnel. En même temps, il continuait à recevoir les sollicitations de ses capteurs physiques puisque son corps était préservé. Malheureusement, la destruction de son cortex limbique avait annulé toute fonction sociale puisque le « bureau des douanes » était irrévocablement fermé. Autrement dit, malgré les apparences, IA et Ph. Gage aboutissent au même résultat sur le terrain des décisions et de la créativité.

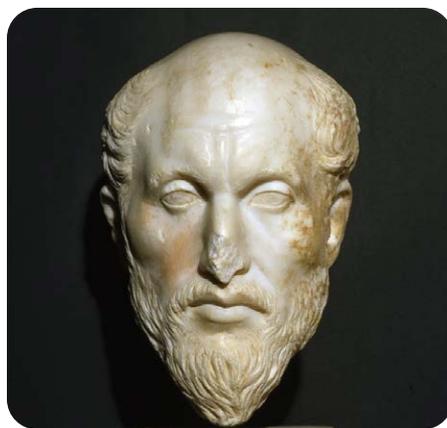
En revanche, avantage immense de l'IA : elle possède la faculté intellectuelle que Ph. Gage en tant que créature humaine, n'a pas et ne possédera jamais : ratisser par analyse mathématique, à vitesse fulgurante, des données déjà existantes qu'elle puise au moyen d'algorithmes probabilistes dans les bases de données accumulées au fil des siècles par l'intelligence et la volonté humaine. L'une et l'autre se retrouvent donc avec le même déficit d'originalité et d'imagination mais avec un incontestable avantage d'archivage et de production générative pour l'IA. Ce défaut émotionnel pourra-t-il un jour être compensé ? Une destruction localisée des formations limbiques par AVC, tumeur ou lésion dégénérative localisée pourra-t-elle être remplacée par une puce électronique introduite au contact du cerveau ? Pour ma part j'en doute. Comment les transhumanistes peuvent-ils avoir la prétention de substituer par des semi-conducteurs, aussi sophistiqués soient-ils, les milliards d'années d'évolution qu'il a fallu pour façonner le cerveau de l'homo sapiens et de toute sa filiation ? On nous dit qu'un jour ou l'autre il y aura une « IA forte », c'est-à-dire consciente. Est-ce à dire qu'elle serait munie d'un quotient émotionnel dont justement Descartes avait omis l'existence dans sa définition de l'intelligence humaine ? Plus largement, l'exemple incarné par Ph. Gage, nous avertit de ce qui risquerait d'arriver à l'ensemble de l'humanité si la rationalité du ordinateur devenait généralisée. On verrait se transformer l'humanité en une collectivité standardisée, une sorte de civilisation type « meilleur des mondes » sous la domination d'un monstre distanciel sans corps ni âme. On verrait se développer une société socialement inégalitaire, composée d'une petite élite détentrice du pouvoir numérique usant d'une position dominante sur le reste de la population victime de sa propre paresse et à laquelle il faudrait attribuer un « revenu universel » pour éviter les mouvements sociaux. Et pas seulement pour des raisons économiques, mais parce que l'IA les aura mis culturellement et politiquement hors-jeu. Ainsi, par extension, l'emprise fusionnelle de l'homme 3.0 par une machine toujours plus omnisciente, conduirait purement et simplement à la disparition du terme « humanité », entendu comme communauté d'âmes dotée d'un mille-feuille de richesses individuelles sans pareilles. Alors que jusqu'à maintenant c'est l'humanité qui avait produit la science, désormais, elle serait remplacée par un monstre froid désincarné qui façonnerait l'humanité et son

environnement par le seul moyen du calcul. Les traces du talent créatif de l'Homme, et de ses approximations rassurantes, ne seraient plus qu'un vague souvenir conservé dans les archives du musée de l'Homme. Aussi, les Cassandre qui nous promettent le déclassement civilisationnel sans retour vont-ils un peu vite dans leurs malédictions millénaristes. Ils oublient tout simplement que c'est la créativité qui distingue l'Homme de toute autre créature. Il suffit de jeter un coup d'œil sur la grande Histoire de l'humanité. On y trouve à chaque fois sa capacité à rebondir quand le danger de disparaître la menaçait. De fait, la civilisation des pharaons a disparu corps et biens, de même que Babylone, Athènes et Rome. En ce début du XXI^e siècle, c'est au tour de la civilisation judéo-chrétienne d'être mise en danger par un monde devenu multipolaire où la religion revient en force [9]. Aussi, l'apparente insignifiance de l'histoire de Ph. Gage est-elle une source inépuisable de réflexions mais aussi d'espoir puisque l'IA ne possède ni corps ni cortex limbique. L'Homme occidental et son imprévisible créativité a l'opportunité d'ouvrir une nouvelle ère s'il utilise cet outil d'ajustement à bon escient.

● L'ARCHIPEL LIMBIQUE : CORNE D'ABONDANCE DES ARTS ?

Comme je le soulignais dans le dernier BOF (n° 93, pages 3-9) : dire que la médecine est un art est un abus de langage contraire à la réalité de la démarche médicale. C'est semer la confusion dans l'esprit des patients : la prise de décision en consultation ne doit pas faire intervenir l'imagination au profit de l'observation des faits et des connaissances sans cesse renouvelées. En revanche, j'avais fait remarquer dans le numéro 92 du même journal (pages 35-39) que si l'imagination avait sa place, c'est dans l'exercice de la recherche clinique ou fondamentale pour trouver des solutions innovantes visant à servir l'ensemble de la profession. L'art, donc, implique une parfaite maîtrise des techniques de base (écriture, pinceau, instrument de musique, etc.). Une fois que l'artiste domine son sujet, il peut dès lors déployer son imagination. L'œuvre artistique peut être critiquée, il n'est pas opportun d'en vérifier la recevabilité (sauf à suspecter une copie) car elle est unique, attachée à son auteur. Si elle est de qualité, elle résistera à l'usure de temps. L'arbitrage dépend du nombre de lecteurs, de spectateurs ou d'auditeurs. Seul l'enthousiasme qui motive d'aller jusqu'au bout est partagé par l'artiste et le chercheur scientifique lequel accepte que

son travail soit exposé à la réfutabilité de ses pairs. Puisque imagination et créativité sont les piliers de l'expression artistique, c'est bien dans l'archipel limbique, au plus profond des lobes frontaux et temporaux, que l'artiste échafaude son inspiration. Cependant, rien n'est figé. L'œuvre d'art peut être bousculée au fil du temps par l'impératif de réalité. Dans son ouvrage *la naissance de la tragédie*, Frédéric Nietzsche prend comme exemple ce qui aurait tué le sublime théâtre d'Eschyle et de Sophocle, peuplé de héros hors du commun, où sont représentés meurtres et vengeances entre membres de lignées royales maudites par d'anciennes malédictions. Ce serait l'influence du « Socratisme scientifique » sur Euripide qui aurait ouvert la voie au théâtre moderne en faisant « monter sur scène » des personnages venus du peuple, libres de communiquer leurs émotions. La tragédie première de la Grèce antique, établie sur des créatures mythiques, aurait donc été évincée par un théâtre soucieux de représenter la vie réelle avec ses turpitudes et la médiocrité des personnages qui l'habitent. Désormais, le spectateur éduqué pourra s'identifier dans les personnages qu'il reconnaît. De leurs côtés, stimulés par leurs succès, les auteurs poursuivront leur cheminement dans cette direction au moyen d'un style et d'une sémantique adressés à tous, tout en veillant à se garder d'envolées utopistes ou irréalistes. L'équilibre entre impulsions venues du cortex limbique et du néocortex était atteint. Il me revient en mémoire ce qu'avait écrit Racine en 1670 dans la préface de *Bérénice* : « ...Ce n'est point une nécessité qu'il y ait du sang et des morts dans une tragédie, il suffit que l'action soit grande...que tout s'y ressent de cette tristesse majestueuse... ». Recommandation tombée dans l'oubli ou pire délibérément transgressée : la résurgence de la violence



● Figure 7 - Plotin

gratuite accentuée par les « effets spéciaux » sature nos écrans. Elle a conduit au déclin de l'art cinématographique en quelques décades. L'appât du gain issu de quelques néocortex rusés arrive à détourner et à polluer la créativité de quelques autres.

● L'ESPÉRANCE D'UNE VIE ÉTERNELLE : UNE INVENTION FABRIQUÉE PAR LE CORTÈX LIMBIQUE ?

Dans l'observation médicale de Ph. Gage, il n'est fait aucune mention de l'état de sa foi avant et après l'accident. Croyait-il au salut éternel avant l'accident ? Si c'était le cas, cette foi avait-elle disparue après ? En termes anatomo-physiologiques, la suppression de son cortex limbique aurait alors effacé ses présomptions spirituelles. Quel est donc le mécanisme de ce besoin qu'a l'Homme de la transcendance spirituelle ? Question liminaire, à commencer par l'infortuné Job qui, devant l'étendue de ses malheurs, s'est inventé l'histoire abracadabrante de sa mise à l'épreuve par Dieu. De même que les Grecs anciens s'étaient tressés — par la voix d'Homère — le monde onirique de l'Olympe, dans l'espoir d'annuler l'angoisse existentielle que serait la perspective d'un univers sans origine ni dessein. C'est également dans son « *Emile* » [10] que l'on retrouve chez J.-J. Rousseau une thèse sociale neuro-sédative d'un Homme initialement bon et sensible mais perverti par une société cynique : « ...l'homme est né libre, mais partout il est dans les fers... ». Ces quelques exemples rappellent la légende de l'homme primitif détrôné de l'Eden, dépouillé de tout et qui, pour préserver son équilibre mental, aurait découvert une fonction lui permettant de s'inventer des récits tranquillisants suscités par l'inévitable corruption de son corps. Sonder cette nécessité humaine de transcendance, c'est conduire à s'interroger sur le lien entre croyance et science, entre convictions et preuves. On comprend que l'Homme ainsi réduit à l'évidence d'une finitude sans retour ait pu chercher à s'inventer la perspective rassurante d'un « après ». Comment lui reprocher d'échafauder l'existence d'un dieu au moyen de sa raison ? C'est au cours de la période néo-platonique que Plotin (200-270 après JC, Fig. 7), par la voix de son disciple Porphyre de Tyr, a développé le concept le plus abouti d'une « entité unique » suprasensible qui rassemblerait le foisonnement de la pluralité visible mais chaotique de l'univers. Un siècle plus tard, l'infatigable Augustin d'Hippone (354-430, Fig. 8) ranime le message chrétien 4 siècles après l'épisode du Golgotha :

« ...La foi en Dieu est une adhésion profonde de l'esprit et du cœur... la raison permet à l'homme de seulement appliquer cette révélation à l'action... » [11]. Conclusion : ne pas confondre la cité de Dieu (la révélation du salut) et la cité de la terre. Parmi les tentatives de rapprochement entre Foi et connaissance, on retiendra aussi celle de Thomas d'Aquin (1225-1274, Fig. 9) qui estimait (contrairement à son consacré prédécesseur) que Raison et Foi ne sont pas contraires, mais en continuité l'une avec l'autre : « ...Toute connaissance prend son origine dans le sensible... mais l'âme humaine obéit à un besoin irrépensible de suprasensible... » [12]. On reconnaît bien là le terreau spirituel qui a incité Pascal à sublimer l'infini géométrique à partir du 5^e postulat d'Euclide. Pour notre Blaise national, la démonstration logique n'est qu'une marche de l'escalier qui mène à la Vérité : « ...C'est une maladie naturelle de l'homme de croire qu'il possède directement la vérité, et de là vient qu'il nie tout ce qui lui est incompréhensible... » [13]. Spinoza dira plus tard à peu près la même chose : « ...Le scientifique cherche à comprendre la nature, comprendre les lois de la nature c'est aller vers Dieu puisqu'il est à l'origine de son harmonie... » [14]. Dans un autre registre (celui du Droit canon) Jean Paul II reconnaît (enfin) dans l'encyclique : « *Foi et Raison* » [15] l'offense commise au bon sens pendant des siècles. On n'effacera cependant jamais les célèbres procès ecclésiastiques (Galileo Galilei, 1633) dont certains ont conduit au bûcher (Giordano Bruno, 1600) : « ... Si la science doit exercer son expertise en toute indépendance, c'est à l'église que revient le dernier mot ... ». La Raison est donc officiellement reconnue par l'église catholique comme un moyen, sinon d'accéder à la foi, au moins d'en discuter. En d'autres termes, croyance et doute cartésien ne sont plus incompatibles. La 2^e partie du propos rectifie cependant la première : l'Homme étant créature de Dieu, quoi d'étonnant qu'il fût muni d'un cortex limbique, sorte de répéteur*, délibérément placé par son créateur en plein centre du crâne, avec pour mission principale de transmettre le Saint Esprit. À cette allégation vaticane, le neuroscientifique J.-P. Changeux (Fig. 10) avait déjà répondu avec assurance [16] : « ...Il est évident que le cerveau de l'homme est capable de développer

*Un répéteur est un petit boîtier qui, branché sur une prise électrique, permet de relayer et d'étendre la couverture wifi dans une zone plus large de votre habitation, notamment lorsque les murs sont porteurs ou les pièces trop éloignées de votre box internet.

des stratégies autonomes. Anticipant les événements à venir, il construit ses propres programmes... ». Aujourd'hui, le dialogue entre théologiens d'un côté, philosophes et scientifiques agnostiques de l'autre, est-il pour autant gelé ? S'agissant — dans nos contrées — de personnes aguerries aux leçons de notre histoire, aux subtilités du contradictoire, la controverse se poursuit inspirée par l'irénisme : l'archipel limbique est-il un simple organe chargé de fabriquer des transmetteurs chimiques neuro-sédatifs comme le font le pancréas pour l'insuline ou le foie pour le glycogène, ou bien est-il un appareil dont la fonction transcendante est d'envoyer des signaux vers le ciel ? Force est de reconnaître que la transcendance examinée par le biais anatomophysiologique n'apporte pas plus de réponse valable que les débats dialectiques (bel euphémisme) sans fin qui ont opposé croyants et non croyants pendant plus de 2 millénaires. Chacun de convenir qu'aucun n'a la capacité de fournir la preuve de l'origine divine (ou pas) du big bang et d'une autre vie après la mort. En revanche, croyants et laïcs se rejoignent aujourd'hui sur l'essentiel : la morale et l'éthique. Nous voici donc revenus au prosaïque staff de



● Figure 8 - Augustin d'Hippone



● Figure 9 - Thomas d'Aquin



● Figure 10 - Jean-Pierre Changeux

l'unité de chirurgie orthopédique de l'hôpital Antoine Béclère, il y a une cinquantaine d'années... Ce qui est sûr, c'est que les scientifiques n'ont pour ambition que de décrypter toutes les fonctions du cerveau sans tomber dans l'amalgame entre faits scientifiques universellement reconnus et croyances non réfutables.

N'est-ce pas le Christ lui-même qui nous a laissé cet aphorisme d'une criante actualité ? « ...Rendez à César ce qui appartient à César, et à Dieu ce qui est à Dieu... » (Marc 12, 7 ; Mathieu 22, 21 ; Luc 20, 25).

Chacun dans son couloir !

Jean-Yves de la CAFFINIÈRE
www.jean-yves-delacaffiniere.com

Références

- [1] Damasio A.-R. *L'erreur de Descartes*, Odile Jacob - 2020.
- [2] Kahneman D. *Système 1, Système 2, les 2 vitesses de la pensée*, Flammarion, collection la clé des champs - 2016.
- [3] Desmurget M. *Faites les lire, pour en finir avec le crétin digital*, Seuil - 2023.
- [4] Petit M. *Eloge de la lecture*, Belin - 2016.
- [5] Damasio A.R. *Spinoza avait raison*, Odile Jacob - 2022.
- [6] Schopenhauer A. *Le monde comme volonté et comme représentation*, Alcan - Paris 1896.
- [7] Nietzsche Fr. *La naissance de la tragédie*, Gallimard - 1949.
- [8] Proust M. *À la recherche du temps perdu, du côté de chez Swann*, Gallimard - 1992.
- [9] Huntington S.-P. *Le choc des civilisations*, Odile Jacob - 2000.
- [10] Rousseau J.-J. *Emile, ou traité de l'éducation*, Flammarion - 2009.
- [11] Saint Augustin, *la cité de Dieu*, Institut d'études augustiniennes - 2015.
- [12] Thomas d'Aquin, *Somme théologique*, Cerf - 1991.
- [13] Pascal B. *Pensées, annotées par M. Le Guern*, Gallimard - 1977.
- [14] Spinoza B. *L'éthique*, La pléiade, Gallimard - 2022.
- [15] Jean Paul II, encyclique « *Fides et Ratio* », Cerf - 1998.
- [16] Changeux J.-P. *L'homme neuronal*, Fayard - 1983.



2023 : LE « MOMENT CHATGPT »

UN OUTIL PRÉCIEUX OU UN DANGER ? ET L'INTÉGRITÉ SCIENTIFIQUE DANS TOUT ÇA ?

Par Rémi KOHLER, Professeur émérite, membre du comité d'éthique d'OTSR

ChatGPT (*Generative pre-trained transformer*) est un agent conversationnel, un chatbot (chat = conversation et bot = suffixe de robot) qui remet au grand jour ce tournant technologique majeur qu'est l'intelligence artificielle (IA), dont les enjeux éthiques suscitent interrogations et débats. Laurence Devillers (professeure en intelligence artificielle à Paris-Sorbonne) nous invite à prendre du recul devant l'emballement suscité par ChatGPT : « *Entre émerveillement naïf et affolement impuissant, il faut saluer cette avancée technologique et comprendre les limites de ce type de système* »... Mais, est-ce si simple ?

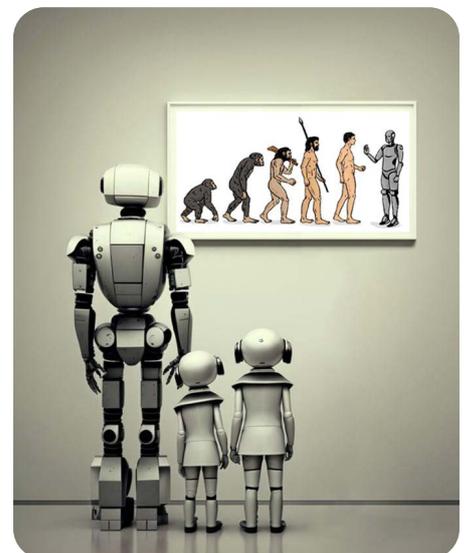
● POURQUOI UNE TELLE EFFERVESCENCE MÉDIATIQUE ?

Depuis quelques mois, cette effervescence est « boostée » par le lancement

mi-mars de ChatGPT-4 qui a nettement distancé son prédécesseur version 3.5 : « *Un Tsunami !* », « *Une nouvelle ère* », « *ChatGPT bouleverse nos vies* »... et combien d'autres titres emphatiques a-t-on découvert à son propos ? Cette agitation ne retombe pas, comme en témoigne la publication quasi quotidienne d'articles et d'interviews dans les médias grand public (et même un premier livre entièrement écrit par l'IA « *Si Rome n'avait pas chuté* » de Raphaël Doan, écho bien réel d'une étonnante nouvelle de science-fiction de Roald Dahl parue il y a 70 ans, en 1953, « *La grande grammatisatrice automatique* ») suscitant une ruée sur l'utilisation de ce nouvel outil : alors qu'il est à peine né, fin 2022, 100 millions d'utilisateurs l'ont interrogé et ont conversé avec lui en mars 2023 ! (source Open AI). On peut voir deux raisons à cet engouement :

- **Tout d'abord le caractère « bluffant »** de ce nouvel outil par ses potentialités créatrices : c'est l'effet « Waouh » des publicitaires. À la différence d'autres applications de l'IA déjà bien installées dans notre paysage (reconnaissance faciale, outils de navigation, simulateurs de conduite, jeux électroniques, analyse d'images médicales, etc.), ce robot conversationnel nous montre de façon quasi magique les possibilités créatrices de l'IA dite « générative » : la production de textes écrits (et traduits) formulés de manière quasi instantanée, crédibles, s'appuyant sur des raisonnements plausibles. Le résultat des requêtes (le « *prompt* ») est souvent cohérent, d'autant plus qu'elles auront été bien formulées (notons d'ailleurs que des « *prompt engineers* » sont désormais recrutés par ceux qui veulent utiliser l'outil pour rédiger des notes ou discours : hommes politiques, chefs d'entreprises, etc.).. Certes, ChatGPT déraile parfois (on parle alors d'« *hallucination* » mot anglais) mais peut redresser le tir si on lui reformule plus précisément la requête (attention, il garde en mémoire toutes vos requêtes, veillez à ne pas divulguer d'informations sensibles). Preuve en tout cas qu'il faut rester vigilant et « *toujours garder les mains sur le volant* » comme le dit Yann Le Cun !

ChatGPT-4 classe et extrait des données, traduit du texte, le résume, le corrige, rédige des notes de synthèse et est aussi capable (grâce à son complément DALL-E2) de générer des créations visuelles et artistiques, des images étonnantes souvent cocasses et drôles, parfois terrifiantes et surtout alimentant la sphère du « *fake* » voire du « *deepfake* »,



l'hypertrucage. La guerre en Ukraine — ou tout récemment le conflit israélo-palestinien — montre de tels exemples, illustrant cette autre guerre parallèle, celle de la communication : un réel qui est à la fois vrai et faux, où la présence possible du faux n'abolit pas la vérité ! Bref un outil très prometteur, à double facette, qui serait en quelque sorte un moteur de recherche mais qui irait bien plus loin, digérant et compilant pour nous les informations que nous aurions mis beaucoup de temps à lire et analyser ; triomphe de la puissance de calcul qui pourrait dépasser de loin celle de l'intelligence humaine ... **Gardons raison !**



• Ensuite, le déroulement sous nos yeux d'une nouvelle saga américaine, comme l'ont été celles des GAFAM au cours des 4 dernières décennies : le jeune Sam Altman, 38 ans, cofondateur de Open AI qui a élaboré ChatGPT il y a 5 ans, s'inscrit dans la lignée des Bill Gates (Microsoft, 1975), Steve Jobs (Apple, 1976) ou encore Larry Page et Sergey Brin (Google, 1998)... ou enfin Elon Musk (Tesla, SpaceX), le trublion qui fait beaucoup parler de lui. L'écho donné par deux d'entre eux, ténors de l'innovation, ajoute encore à ce « buzz » médiatique : Bill Gates, qui s'enthousiasme devant les performances de ChatGPT, à ses yeux « la plus grande révolution depuis 40 ans après l'interface graphique » et Elon Musk qui affiche en revanche une réserve de circonstance en proposant, fin mars, une pause et la suspension pendant 6 mois de « la course incontrôlée pour développer et déployer des cerveaux numériques toujours plus puissants, que personne — pas même leurs créateurs — ne peut comprendre, prédire ou contrôler de manière fiable ». Des propos pour le moins ambigus venant de celui qui cofondait en 2015 Open AI avant de s'en retirer et qui, surtout, quelques jours à peine après cette pétition, a créé sa propre société d'IA baptisée X AI (s'ajoutant à Space X). *Business as usual...* Et que penser des propos récents de Sam Altman qui se présente comme le plus

vertueux dans le développement de l'IA qui pourrait selon lui « être la meilleure ou la pire des choses ! ». Est-il le chevalier blanc de l'éthique à la stratégie de communication parfaite ? Ou un mauvais génie de la Silicon Valley dont les récents liens de sa société Open AI avec Microsoft ne manquent pas d'interroger ?

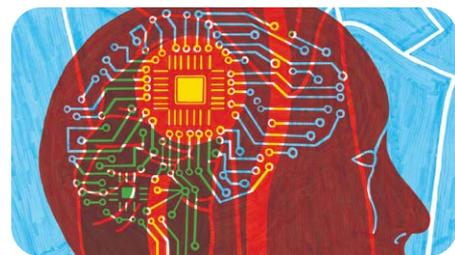
● CHATGPT, UNE BOMBE À RETARDEMENT ?

Que n'entend-on pas entre prophéties d'un monde merveilleux ou au contraire annonces apocalyptiques ? Comme l'irruption possible de machines incontrôlables à la façon de *Hal 9000*, un robot de *Discovery* qui prend le pouvoir dans le film « 2001, l'odyssée de l'espace » sorti en 1968. Pour Yann Le Cun, ce scénario relève de la science-fiction car une machine est dépourvue d'intelligence émotionnelle et ne pourra pas être « dominante par accident ». Et pour Jean-Gabriel Ganascia, professeur honoraire d'informatique à Sorbonne Université, « le vrai danger, ce n'est pas que des robots prennent le pouvoir, mais le pouvoir d'ores et déjà pris par des groupes privés géants aux mains de personnalités imprégnées d'une idéologie libertarienne, comme Elon Musk ». Ces réflexions sur l'avenir de l'IA versus l'intelligence humaine alimentent des courants de pensée qui ne doivent pas être sous-estimés à l'aune des progrès exponentiels de l'IA (c'est la loi de Moore) : le longtermisme, prôné par le suédois Nick Bostrom, le transhumanisme, développé par Raymond Kurzweil ; mais ce n'est pas le lieu ici d'en débattre.

De façon plus immédiate et au-delà des aspects déjà évoqués de « vérités alternatives » qui risqueraient d'être propagées par des robots sous contrôle de pouvoirs politiques malveillants, beaucoup redoutent des pertes d'emploi dans de nombreuses professions qui seraient très impactées par ces nouveaux outils (on évoque 25 % des métiers d'ici 10 ans), particulièrement dans le monde tertiaire



● Sam Altman



de la communication, de la publicité, de la presse, du management et de la création artistique (cinéma, audiovisuel) ; une grève sans précédent de 5 mois, cet été dans les studios de Hollywood, réunissait acteurs et scénaristes, se voyant à court terme copiés ou produits par des clones issus de l'IA ; ce type de propos sur le « grand remplacement de l'homme par la machine » n'est pas nouveau : les premiers robots dans l'industrie à la fin du siècle dernier suscitaient les mêmes inquiétudes. C'est la théorie de Schumpeter dite « de la destruction créatrice » (1939)...

Aussi préoccupante et moins visible, il faut mentionner l'exploitation, par les grandes firmes de l'IA, de « petites mains » très mal payées (au Kenya, à Madagascar) qui assurent « l'apprentissage supervisé » de ces machines en les alimentant en données toujours plus nombreuses, « deep learning » oblige, comme on va le voir plus loin.

Peut-on vraiment espérer que ce temps « libéré » grâce à ces outils soit utilisé par l'homme dans des tâches plus nobles (par exemple plus de temps consacré au patient grâce à l'IA en santé). Plus prosaïquement, et sans anticiper sur l'apport de ChatGPT à la rédaction scientifique abordé plus loin, nous déplorons en effet le caractère chronophage et grandissant de notre activité dite administrative (échanges de mail, notes de synthèse et compte-rendus de réunions, reformulation en forme ou en style d'un texte « draft », etc.) ; on parle maintenant de « charge administrative augmentée » où ChatGPT se comporterait comme un superassistant qui nous déchargerait. Surtout, les possibilités étonnantes de traduction qu'offre cet outil devraient aider les chercheurs francophones et maniant mal l'anglais pour soumettre leurs travaux originaux dans des revues à fort IF et ainsi rejoindre le peloton de tête de la recherche.

● ALORS, QUE DOIT-ON PENSER FACE À CETTE RÉVOLUTION EN TERRAIN MOUVANT ?

Il est pour le moins troublant que les trois pionniers du « deep learning », récompensés

ensemble en 2018 par le prix Turing, le « Nobel de l'informatique », pour cette formidable avancée, expriment des opinions divergentes dans des interviews presque simultanées.

Selon Yann Le Cun (qui travaille au développement de l'IA chez Meta - Facebook) une attitude de rejet et d'interdiction « serait un retour à un nouvel obscurantisme, comme celui de l'église face à l'invention de l'imprimerie ». À l'opposé, Geoffrey Hinton vient de quitter Google pour s'alarmer publiquement : « une part de lui-même regrette l'œuvre de sa vie... les futures versions de cette technologie pourraient être un risque pour l'humanité... ce sont des progrès effrayants devant lesquels il est temps de s'inquiéter ». Tandis que Yoshua Bengio, dans une voie médiane, souhaiterait « ralentir et réguler cet actuel far west de l'IA en appliquant des principes moraux ».



● Les 3 lauréats du Prix Turing en 2018, de gauche à droite : Yann Le Cun, Geoffrey Hinton, Yoshua Bengio

Tout récemment encore, le 13 mai, une nouvelle pétition en ligne (sur le site du Center for AI safety - CAIS) a été signée par plus de 350 grosses pointures (Hinton, Bengio, Altman, Bill Gates...) et dont la couverture du Time Asie reprenait la teinteur : **La fin de l'humanité**, rien de moins !

Etonnamment, le « principe de précaution » ne s'applique pas encore et l'interdiction de ChatGPT — ou en tout cas sa suspension — n'est pas à l'ordre du jour (hormis en Italie, temporairement, pour que l'outil se conforme au RGPD). En revanche, une directive européenne pour réguler et sécuriser l'IA (« AI Act ») vient tout juste d'être votée par le Parlement européen (avec une mise en application toutefois seulement en 2025 ou 2026), sorte de RGPD de l'IA. Elle vise en premier les applications dites à haut risque dont les IA génératives font partie... En particulier, une demande forte se fait pour que les images et les textes créés par l'IA soient identifiables par des marqueurs pour être reconnus : « *Le maintien des distinctions est un impératif éthique pour des raisons liées aux usages de l'IA dans l'éducation, la santé ou le droit,*

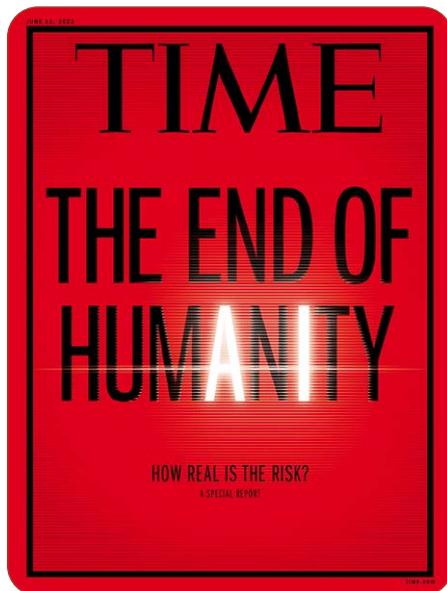
mais aussi au niveau philosophique pour délimiter ce qui est du ressort humain et ce qui est fait par les machines » souligne Alexei Grinbaum, du Comité national d'éthique du numérique.

Ce débat éthique et réglementaire n'en est qu'à son début, restons circonspect : Sam Altman, le créateur de ChatGPT dont on a déjà souligné l'ambivalence, a été auditionné le 16 mai par une commission du Sénat américain où il déclarait essentielle la régulation de l'IA, souhaitant « qu'une agence soit créée pour vérifier le respect des critères de sécurité »... et c'est le même, le 26 mai à Paris, sans doute inquiet par l'« AI Act » en gestation, qui menaçait de quitter l'Europe « si Bruxelles encadrerait trop strictement l'IA », souhaitant « que soit trouvé le bon équilibre entre régulation et innovation », un modèle de langue de bois !

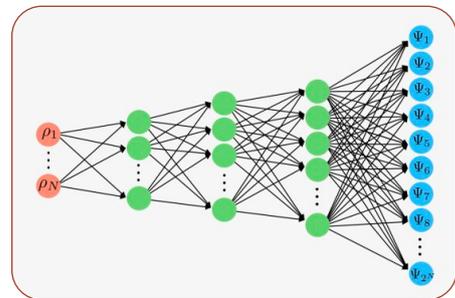
● QUEL EST L'IMPACT DE CHAT GPT DANS LE MONDE ACADÉMIQUE ET SCIENTIFIQUE ?

Et est-il compatible avec l'intégrité scientifique, en particulier dans la rédaction médicale ?

Là encore, l'emphase est fréquente : « *Ecrivez un article en 1 heure !* », « *Des performances qui dépassent des étudiants en droit dans 90 % des épreuves universitaires !* »... Alors, un outil pédagogique ou un instrument de tricherie, au point que Sciences-Po Paris l'interdit dans la production d'évaluations écrites ou orales ? Ou bien un outil galvaudé qui témoigne d'une intelligence « très artificielle » dont l'intérêt se restreindrait à la production d'un simple premier jet, une aide comme



source d'inspiration qui simplifierait la préparation d'un travail ? Encore très loin — aujourd'hui en tout cas — d'être un substitut de l'intelligence humaine, qui doit toujours garder le contrôle de cet outil.



● Réseau de neurones artificiels

La compréhension du mécanisme d'action de ChatGPT sous-tend une nécessaire réserve : cette IA dite « générative » est basée sur le procédé d'apprentissage profond (*deep learning*) grâce aux « réseaux de neurones artificiels », à partir de « modèles de langage de grande taille - LLM ». C'est ce processus qui est au cœur de cette IA, surclassant les algorithmes classiques pour traiter des quantités énormes de « data » grâce à des puissances de calcul maintenant considérables. Ces machines font l'objet de nombreuses recherches (Google, Meta (Facebook), Microsoft). Selon Yann Le Cun, Open AI a développé Chat GPT mais n'a rien inventé : cette société a franchi le pas et voulu sortir de la recherche pour entrer dans le domaine commercial et ainsi damer le pion à ses concurrents, alors que son outil — toujours selon lui — reste un prototype imparfait (même si ChatGPT 4 témoigne d'une progression spectaculaire des performances). Et ce pour deux raisons majeures : le plagiat et la non-citation des sources.

Les textes produits (issus d'un ratissage large de documents, le chiffre avancé est colossal : 600 Giga octets de textes utilisés à ce jour pour son « entraînement » <https://www.sales-hacking.com/post/statistiques-chatgpt>) sont un conglomerat d'extraits de travaux antérieurs, avec des vérités (heureusement les plus nombreuses), des quasi-vérités voire des contre-vérités. Bref, c'est un processus de type « multi-mini-plagiat » qui ne dit pas son nom, sans possibilité de remonter aux sources, alors que leur mention et leur accessibilité représentent l'étape essentielle de la recherche scientifique ; dialoguer avec ChatGPT, c'est comme parler avec un extraterrestre qui aurait tout appris sur internet ! Pour le philosophe Gaspard

Koenig : « ChatGPT c'est l'exact opposé de Wikipédia ; on se désolera dans quelques années qu'une moitié de l'humanité soit devenue platiste ! Ne laissons pas une poignée de post-adolescents dans la Silicon Valley abolir la norme du vrai » ; pire, quand ChatGPT ne sait pas, il peut alors raconter « n'importe quoi » avec des propos alambiqués et verbeux, qui toutefois ne trompent pas ... en terme savant, il pratique l'ultra-crépitarianisme ! Lors d'un récent débat télévisé, quelqu'un disait que ChatGPT était pour lui « comme un stagiaire, pas très doué, mais qui a parfois des fulgurances ! ».

Plagiat, absence de citation des sources, contrevérités, invention de phrases... On est loin des fondamentaux de l'intégrité scientifique ! Et ChatGPT est d'ailleurs le premier à le dire, avec une admirable naïveté dont il est coutumier : nous avons ainsi « chaté » avec lui sur ce point essentiel (10/06/2023) :

RK : La mention des sources est-elle importante dans la construction de la connaissance ?

ChatGPT : Oui, la mention des sources est extrêmement importante dans la construction de la connaissance. Lorsque nous cherchons à apprendre quelque chose de nouveau, il est essentiel de savoir d'où vient l'information et comment elle a été obtenue. La mention des sources nous permet de suivre les traces de l'information jusqu'à sa source, de vérifier sa validité et de déterminer si elle est fiable. En citant des sources, nous montrons également que nous respectons le travail des autres chercheurs. Enfin, la mention des sources est importante pour maintenir l'intégrité académique et éviter le plagiat ou une malhonnêteté intellectuelle.

RK : Est-ce que ChatGPT mentionne ses sources ?

ChatGPT : En tant que modèle de langage entraîné par Open AI, ChatGPT est conçu pour générer des réponses basées sur des modèles statistiques appris à partir de grands ensembles de données textuelles. Les réponses que ChatGPT fournit sont générées par le modèle lui-même, qui utilise les informations qu'il a apprises à partir de ces ensembles de données. En ce qui concerne les sources spécifiques utilisées par

ChatGPT pour générer une réponse, il est important de noter que ChatGPT n'a pas accès à des informations spécifiques sur la source d'une question. Il est important de noter que les réponses générées par ChatGPT ne sont pas vérifiées ou validées par un humain, et qu'il est possible que certaines réponses ne soient pas exactes ou fiables. Les utilisateurs doivent toujours utiliser leur propre jugement critique lorsqu'ils lisent et utilisent les réponses fournies par ChatGPT.

L'intérêt que portent les grands développeurs à l'IA en santé devrait rapidement contribuer à améliorer les robots, en réduisant les délais d'intégration des nouveaux documents qu'ils doivent « apprendre » — ce temps du « learning machine » est de 6 à 12 mois actuellement — et aussi en l'entraînant dans des champs spécialisés et non plus seulement « généralistes » en open source. Ainsi, il répondra mieux aux requêtes qui nous intéressent : recherches diagnostiques, rédaction de comptes-rendus de synthèse, documentation médicale (beaucoup de sources lui manquent encore, issues d'institutions universitaires ou de recherche, de revues à faible impact factor, etc.) Et Google, qui ne veut pas être en reste, vient de sortir son propre robot conversationnel Bard, intégré dans son moteur de recherche, équivalent de ChatGPT mais qui ajoute aux réponses fournies, des liens vers les sites consultés ; ce serait un réel progrès au regard de l'intégrité scientifique. Bref, la guerre est déclarée !

Y A-T-IL DÉJÀ DES CONTRE-FEUX FACE À CES NOUVELLES « MÉCONDUITES » ?

Cette innovation a fait la même irruption brutale dans la recherche et les publications scientifiques et les éditeurs ont très vite identifié la menace représentée par des articles visiblement issus d'un robot conversationnel (ChatGPT ou autre) avec des abstracts tout à fait convaincants qui pouvaient même duper les reviewers. Toutefois, plus de deux tiers d'entre eux se reconnaissent par leur forme rédactionnelle « artificielle » et plusieurs logiciels de détection très efficaces, qui sont dans l'esprit du classique « test de Turing », augmentent encore ce taux à 80 ou 90 %.

Des éditeurs scientifiques (*Nature, Science*, etc.) ou des associations d'éditeurs

(WAME, COPE) ont ainsi publié récemment des instructions aux auteurs ou des chartes prenant en compte cette nouvelle donne. La dernière « Lettre de l'OFIS » (office pour l'intégrité scientifique) de mars 2023 les recense <https://www.ofis-france.fr/infolettre/n-5/>. Ces instructions préconisent la transparence plus que l'interdiction : « Une IA ne peut être reconnue comme un auteur », et les chercheurs qui utilisent ces outils doivent en expliciter l'usage au chapitre « matériel et méthodes ». L'éditeur Elsevier (qui publie, entre autres, notre revue OTSR) a ainsi mis à jour les siennes : <https://www.emconsulte.com/getInfoProduit/OTSR/instructionsAuteurs/OTSR.pdf>. Enfin, un article de chercheurs de l'université d'Amsterdam, publié dans *Nature* en février 2023 « ChatGPT : five priorities for research », préconise cinq axes de réflexion face à cet outil qualifié de « game changer » :

- 1) maintenir la vérification des résultats par un humain,
- 2) élaborer des règles de responsabilité,
- 3) investir dans des technologies (modèles de langage) véritablement ouvertes,
- 4) profiter des avantages de l'intelligence artificielle,
- 5) enfin élargir le débat.

Profiter des avantages de l'IA ?

Par exemple, ChatGPT pourrait être utilisé par un comité de lecture comme outil pour faire une première évaluation d'un manuscrit avant de l'envoyer à un reviewer, confronter dans un article les data à l'étude exposée pour lever les « fabricateurs » et autres « tricheurs », ou l'interroger devant une suspicion de plagiat... ce qui serait un peu l'arroseur arrosé ! Ou encore, un auteur pourrait lui demander de faire une analyse de la littérature sur un sujet avant de débiter la rédaction d'un article. Et sans doute encore bien d'autres fonctionnalités... À quand, dans un prochain BOF, un article intitulé « Comment peut nous aider ChatGPT ? » et non pas seulement « Faut-il craindre ChatGPT ? » ?



● PEUT-ON SE RISQUER À PROPOSER UNE CONCLUSION, TRÈS MODESTE, EN FORME D'ÉTAT DES LIEUX ?

Chat GPT est à la fois un progrès et une limite : avec l'IA, une nouvelle entité est entrée dans nos vies ; nous ne savons pas bien qui elle est, hésitant entre émerveillement naïf et affolement impuissant, mais on ne pourra plus faire comme si nous étions seuls. Restons prudents et attentifs ; l'outil est prometteur mais encore imparfait (une évolution spectaculaire dans les 5 à 10 ans est prévisible).

L'intelligence artificielle n'a rien d'humain : à nous de poursuivre cette relation « homme-machine » en s'appuyant sur une « IA pilotable », intégrant des contraintes éthiques alignées sur nos valeurs humaines. Souhaitons l'ouverture d'un débat mondial — à l'instar d'une COP ou d'un GIEC — tant sont immenses les enjeux politiques et économiques, même si l'on déplore les trop lentes avancées de ces grand-messes ! On apprend que le Premier Ministre britannique organise un « Sommet mondial de la sécurité en matière d'IA », ouvert à tous les pays de bonne volonté ! Il abordera en particulier la question des « Frontier AI », jugées les plus dangereuses.

L'auteur atteste que rien dans le texte ci-dessus n'a été généré par ChatGPT ! Et prie le lecteur d'excuser l'emploi de nombreux anglicismes... mais ce sont ceux de la sphère IA !

Rémi KOHLER



« Il est possible que le progrès soit le développement d'une erreur »

Jean Cocteau

« Le progrès est un élan vers le pire »

Emil Cioran

« L'humanité est vouée au progrès à perpétuité »

Alfred Sauvy

« Des machines douées d'intelligence sont la dernière invention dont l'humanité aura besoin »

Nick Bostrom

Références (Liste bien sûr non exhaustive et appelée à évoluer très rapidement)

SUR L'IA EN GÉNÉRAL

- CNIL. *Comment permettre à l'homme de garder la main : les enjeux éthiques de l'intelligence artificielle (déc 2017)*. <https://www.cnil.fr/fr/comment-permettre-lhomme-de-garder-la-main-rapport-sur-les-enjeux-ethiques-des-algorithmes>
- Villani C. *Donner un sens à l'intelligence artificielle (rapport de mission parlementaire mars 2018)*. <https://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/fr/rapport-de-cedric-villani-donner-un-sens-l-intelligence-artificielle-ia-49194>
- Koenig G. *La fin de l'individu ; voyage d'un philosophe au pays de l'intelligence artificielle*. L'observatoire 2019.
- Le Un hebdo. *L'IA va-t-elle nous remplacer ?* N°432, 1^{er} février 2023.
- L'Obs. *ChatGPT et nous ; comment l'intelligence artificielle change déjà nos vies*. N°3013 du 2 février 2023.
- Le Cun Y. *Quand la machine apprend : la révolution des neurones artificiels et de l'apprentissage profond*. O. Jacob poche, 2023
- Grinbaum A. *Paroles de machines*. Humesciences 2023
- Andler D. *Intelligence artificielle, intelligence humaine : la double emprise*. Gallimard 2023.
- Philo magazine. *IA le mythe du 21^e siècle*. Hors série, juin 2023.

- *Sciences et Pseudo sciences. Intelligence artificielle, ChatGPT*. N° 245, octobre 2023.

SUR L'IA EN SANTÉ

- *Table ronde du cercle Andry : intelligence artificielle (modérateurs F. Dubrana, P.O. Pinelli)*. Cahiers du cercle Andry N°14, 11- 99, Sauramps 2021.
- *Médecins et patients dans le monde des data, des algorithmes et de l'intelligence artificielle*. Livre blanc du CNOM, janvier 2018. <https://www.conseil-national.medecin.fr/sites/default/files/>
- Bibault J.E. *2041 : L'odyssée de la médecine. Comment l'IA bouleverse la médecine*. Equateurs 2023.
- B. Nordlinger, C. Villani, O. De Fresnoye. *Médecine et intelligence artificielle*. CNRS ed 2022.

Deux articles du NEJM (qui prépare une revue dédiée à l'IA). <https://ai.nejm.org/>

- C.J. Haug, J.M. Drazen. *Artificial intelligence and machine learning in clinical medicine, a review*. *N Engl J Med* 2023; 388;13,1201-8.
- P. Lee, S. Bubeck, J. Petro. *Benefits, limits, and risks of GPT 4 as an AI Chabot for medicine*. *N Engl J Med* 2023; 388;13,1233-9.
- *IA génératives et santé*. Sous la direction de B. Nordlinger. Rapport de l'Académie de médecine (à paraître début 2024).

Pour finir cette note « sérieuse » sur ChatGPT, je vous propose de choisir une des nombreuses citations adaptées à ce sujet très débattu - progrès ou malédiction ? Personnellement, j'ai choisi celle en bleu, affichée dans un bar londonien !

« Ayant entendu pour la première fois le mot « progrès » à l'âge de cinq ans, il avait fondu en larmes, pressentant quelque chose de fâcheux »

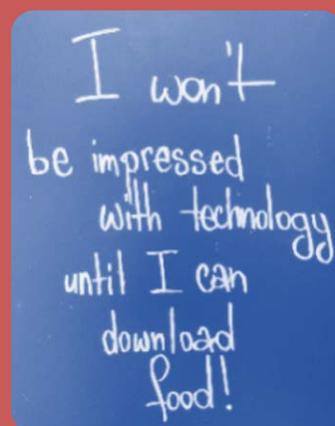
Nadejda Mandelestam, *Contre tout espoir*

« Dans la vie, rien n'est à craindre, tout est à comprendre »

Marie Curie

« La preuve essentielle du progrès est la simplification »

Socrate



INTÉGRITÉ SCIENTIFIQUE



OFFICE FRANÇAIS
DE L'INTÉGRITÉ SCIENTIFIQUE

PAYSAGE ET ENJEUX

DE L'INTÉGRITÉ SCIENTIFIQUE EN FRANCE

Par **Hélène LE MEUR**, Responsable éditoriale des publications et ressources de l'Ofis

Le BOF consacrait, il y a un an, un dossier entier à l'intégrité scientifique [1]. Pas moins d'une trentaine de pages offrant un panorama riche et très documenté des avancées et enjeux en la matière. Dans sa préface « *L'irrésistible ascension de l'intégrité scientifique* », Pierre Corvol, auteur d'un rapport clé dans le développement d'une politique nationale en faveur de l'intégrité scientifique, rappelait le chemin parcouru et esquissait celui qu'il reste à faire, notamment face aux tensions entre pression à la publication — le fameux *publish or perish* — et respect des exigences de l'intégrité scientifique. Dans le droit fil de ce dossier, le propos est ici de revenir sur la variété des enjeux que les questions d'intégrité scientifique soulèvent et la façon dont elles sont prises en charge aujourd'hui en France et par quels acteurs, en précisant le rôle de l'Office français d'intégrité scientifique (Ofis).

L'intégrité scientifique est définie par un décret du 3 décembre 2021 comme « *L'ensemble des règles et valeurs qui doivent régir les activités de recherche pour en garantir le caractère honnête et scientifiquement rigoureux* » (<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000044411360>).

Elle est indispensable au bon fonctionnement des communautés scientifiques et elle est aussi la condition d'une relation de confiance entre ces communautés et le reste de la société. Il est également acquis aujourd'hui que ce n'est pas l'affaire des seuls chercheurs et chercheuses. Il revient à toutes les parties prenantes du monde scientifique — établissements de recherche, agences de financement, d'évaluation, maisons d'édition scientifique — de favoriser un environnement propice à une recherche respectueuse des bonnes pratiques. En 2023, en effet, l'environnement de recherche apparaît plus que jamais comme un facteur clé des pratiques responsables. C'était d'ailleurs l'un des thèmes du 2^e congrès ENRIO (*European Network of Research Integrity Offices*) que l'Ofis organisait à Paris les 7 et 8 septembre 2023 avec Sorbonne Université (https://premc.org/doc/ENRIO2023/Detailed_Program_ENRIO2023.pdf). La communauté européenne de l'intégrité scientifique y a ainsi débattu des conditions propices au respect de l'intégrité scientifique, s'interrogeant par exemple sur l'intégrité institutionnelle, sur le rôle des agences de financement, sur l'importance de l'encadrement doctoral,

Ce texte reprend certains éléments et propos déjà présentés par l'Ofis dans différentes circonstances et divers supports, en particulier par sa directrice Stéphanie Ruphy.

sur l'attractivité des métiers de la recherche.

Un enjeu crucial est donc d'éviter les conditions susceptibles d'inciter aux dérives. De ce point de vue, les mouvements d'évolution vers une évaluation de la recherche moins quantitative, fondée sur des critères qualitatifs et multidimensionnels, œuvrent dans le bon sens. La signature par de nombreuses institutions scientifiques et agences d'évaluation de codes de bonnes pratiques d'évaluation (la déclaration de San Francisco, dite DORA (<https://sfedora.org/>) et plus récemment COARA (*Coalition for Advancing Research Assessment*) au niveau européen) sont une première étape. Les changements de culture professionnelle que ces évolutions exigent, et nécessaires à de multiples niveaux, seront longs à mettre en œuvre mais le mouvement est amorcé.

Par ailleurs, qui dit bon environnement dit aussi perception partagée par les diff-

rents acteurs d'une bonne prise en charge des problèmes quand ils surviennent. Il y a là encore une marge de progression. Comment améliorer les procédures de traitements des manquements à l'intégrité scientifique dans cet objectif ? Faut-il plus de transparence ? Comment ne pas nuire au bénéfice de la confidentialité ? Comment mieux protéger les auteurs d'un signalement de manquement tout comme les personnes mises en cause lors d'une instruction ? Comment construire collectivement un système qui guide et assoie les mesures à prendre de la manière la plus juste possible à l'issue d'une instruction ?

Toutes ces questions sont à articuler avec d'autres enjeux — recherche mondialisée et problématiques de sécurité, utilisation massive des outils d'intelligence artificielle, etc. — à l'aune des défis qu'ils soulèvent pour l'intégrité scientifique. En France, aujourd'hui, comment et par qui sont-elles prises en charge ?

● DE L'AUTORÉGULATION À LA NORME JURIDIQUE

Il est utile de revenir sur quelques étapes clés de l'histoire récente, car si la France n'a pas été pionnière en matière de promotion de l'intégrité scientifique, en 10 ans le paysage institutionnel et légal a profondément évolué, avec un avant et un après 2020. La première initiative importante a été la parution de la « *Charte française de déontologie des métiers de la recherche* » en 2015. Le texte relève alors du « droit souple », autrement dit les établissements d'enseignement supérieur et les organismes de recherche sont libres d'y adhérer. Les choses évoluent ensuite sous l'impulsion du gouvernement et du législateur. En 2016, le secrétaire d'État à l'Enseignement supérieur et à la Recherche, Thierry Mandon commande à Pierre Corvol, professeur au Collège de France, un rapport (https://cache.media.enseignementsup-recherche.gouv.fr/file/Actus/84/2/Rapport_Corvol_29-06-2016_601842.pdf) qui, assorti de recommandations, fera date. Il conduit, en effet, un an plus tard, en 2017, à une lettre circulaire qui demande aux opérateurs de recherche de nommer des référents à l'intégrité scientifique (RIS) et qui crée, la même année, l'Office français de l'intégrité scientifique au sein d'une autorité administrative indépendante existante, le Hcéres (Haut conseil de l'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur) devenu une autorité publique indépendante en 2023. Instituée dès 2016, l'obligation pour tout doctorant de suivre

un enseignement d'éthique et d'intégrité scientifique, quel que soit son domaine, découle aussi directement de ces recommandations.

Fin 2020, un nouveau pas est franchi. Il marque la transition d'un droit souple à un cadre réglementaire. Pour la première fois une loi — la loi de programmation de la recherche, dite LPR — inscrit l'intégrité scientifique dans le code de la recherche. L'intégrité scientifique devient une norme juridique. Son décret d'application, publié le 3 décembre 2021, fixe des obligations précises aux établissements. Il crée, en outre, la fonction de référent à l'intégrité scientifique (RIS) et définit ses missions. Il faut souligner ici le choix politique fait en France de donner un rôle central aux établissements de recherche (établissements d'enseignement supérieur et organismes de recherche). Il leur est non seulement confié l'essentiel des actions de formation et de sensibilisation de leurs personnels aux enjeux de l'intégrité scientifique mais également l'entière responsabilité de la gestion des signalements de manquements. C'est au RIS nommé au sein de l'établissement de mener, le cas échéant, une instruction. Et, à l'issue de cette instruction, c'est au seul chef d'établissement que revient la décision des mesures à prendre, que ce soit des actions de réhabilitation, de formation, ou d'éventuelles sanctions sur préconisation d'un conseil disciplinaire, tout comme celle de rendre publiques ou pas les cas de manquements et les mesures prises correspondantes.

Cette même loi a également confié de nouvelles missions en matière d'intégrité scientifique au Hcéres, que l'Ofis est chargé de mettre en œuvre : l'Ofis contribue ainsi à la définition d'une politique nationale de l'intégrité scientifique et favorise la mutualisation et l'harmonisation des pratiques des établissements dans le domaine. Il peut être consulté pour avis sur des questions d'ordre générique, comme le rôle des référents à l'intégrité scientifique, les modalités de la procédure d'instruction, la désignation d'experts, la mise en place d'un comité ad hoc, la confidentialité ou la protection des auteurs de signalement. Par exemple, dans certaines situations particulières susceptibles d'entraver l'instruction indépendante, impartiale ou objective d'un manquement — situation personnelle du RIS ou de celle du président — il peut être souhaitable de confier l'instruction à un autre référent. Le décret du 3 décembre 2021 prévoit dans ces situations précises une procédure dite du « déport

QU'EST-CE QUE L'OFIS ?

Créé en 2017 comme département du Hcéres (Haut Conseil à l'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur), l'Office français de l'intégrité scientifique (Ofis) met en œuvre les missions en matière d'intégrité scientifique confiées par la loi à cette autorité publique indépendante. L'Ofis contribue ainsi à la définition d'une politique nationale de l'intégrité scientifique et accompagne tous les acteurs qui concourent au respect des règles garantissant une activité de recherche honnête, rigoureuse, fiable et crédible. L'Ofis représente la France dans les instances de coopération européennes et internationales du domaine. Pour construire et partager une culture commune de l'intégrité scientifique, l'Ofis structure ses actions en trois volets : observatoire, ressources, animation et prospective.

● Dans le cadre du volet **observatoire**, l'Ofis tient à jour l'annuaire national des référents et référentes à l'intégrité scientifique (RIS), il va produire tous les deux ans une synthèse de l'évolution des politiques menées par les établissements et réalise aussi des enquêtes pour mieux caractériser le paysage de l'intégrité scientifique.

● Le volet **ressources** vise à accompagner au mieux les acteurs et actrices de terrain (référents à l'intégrité scientifique, directeurs de laboratoire, d'école doctorale, chefs d'établissement, etc.) en mettant à leur disposition ressources et outils. L'intégrité scientifique étant désormais un sujet de recherche en soi, l'Ofis diffuse un bulletin de veille mensuel qui fait le point sur les dernières publications scientifiques.

● Enfin, dans le cadre du volet **animation et prospectives**, l'Ofis organise des colloques (par exemple : « Prises de parole des chercheuses et des chercheurs dans l'espace public : quels nouveaux enjeux pour l'intégrité scientifique », pilote des groupes de réflexion, émet des avis notamment en vue d'éclairer le législateur et les pouvoirs publics. Sa lettre d'information « l'infollettre de l'Ofis » rend compte de l'actualité marquante de l'intégrité scientifique en France et à l'étranger et assure un suivi des nouveaux enjeux soulevés en matière d'intégrité scientifique par les évolutions des pratiques de recherche : science ouverte, sciences participatives, nouveaux modes de publications, utilisation massive des outils d'intelligence artificielle, enjeux de sécurité, etc.

du référent à l'intégrité scientifique » pour laquelle l'Ofis a émis des recommandations en mai 2022 et peut être sollicité (<https://www.ofis-france.fr/wp-content/uploads/2022/08/recommandations-de-lofis-du-hceres-relatives-aux-modalites-de-deport-du-ris.pdf>).

Enfin, dernière pièce en date du dispositif en faveur de l'intégrité scientifique en France : depuis le 1^{er} janvier 2023, la loi demande aux nouveaux et nouvelles docteurs de prêter un serment d'intégrité scientifique à l'issue de la soutenance de leur thèse (<https://www.ofis-france.fr/wp-content/uploads/2022/10/fiche-serment-doctoral-integrite-scientifique.pdf>; <https://www.ofis-france.fr/colloque/prestation-du-serment-doctoral-dintegrite-scientifique-les-premiers-temoignages/>).

● ATTENTES CROISSANTES

L'ensemble du dispositif mise donc sur la capacité d'autorégulation des communautés scientifiques. Il crée des attentes plus fortes en matière de bonnes pratiques, particulièrement de la part des jeunes chercheurs et chercheuses, davantage sensibilisés que leurs aînés. Un décalage entre ces attentes et la réalité des pra-

tiques et comportements sur le terrain ne peut être que délétère. Au sein des communautés elles-mêmes, pour l'image et l'attractivité des métiers de la recherche. Et, plus largement, ce type d'écart pourrait nourrir une défiance envers la science et la recherche. Les établissements doivent donc veiller à mener des actions en faveur de l'intégrité scientifique à destination de l'ensemble des personnels de recherche. Et quand des problèmes surviennent, car il n'est pas réaliste d'attendre que le monde de la recherche soit un monde parfait, ils ont tout intérêt à faire la preuve de leur capacité à prendre ces problèmes en charge de manière efficace et appropriée, plutôt que de chercher à les minimiser. Dans une société qui valorise la transparence, il en va aujourd'hui de leur réputation [2].

● DES NORMES SANS CESSER EN ÉVOLUTION ET DE NOUVEAUX ENJEUX

Une spécificité de l'intégrité scientifique importante à souligner tient au fait que les normes de bonnes pratiques ne sont pas figées. Elles évoluent avec les pratiques de recherches elles-mêmes. Le développement de nouvelles formes de recherche, comme la recherche participative par exemple, soulève des questions d'intégrité scientifique inédites. L'apparition de nouveaux outils comme le robot conversationnel ChatGPT et le recours de

plus en plus massif au texte et aux images générés par intelligence artificielle en recherche et dans les publications (voir l'article de Rémi Kohler, chapitre précédent) interroge sur la façon d'optimiser l'utilisation de ces nouveaux outils tout en veillant aux manquements qu'elle pourrait générer (<https://www.ofis-france.fr/wp-content/uploads/2023/04/FocusChatGPTInfolettreOfisN5.pdf>). Dans sa toute dernière version révisée en juin 2023, le code de conduite européen pour l'intégrité vient d'ailleurs d'ajouter trois nouvelles mentions sur le sujet dont le point commun est la transparence : il est demandé de signaler et d'expliquer toute utilisation de ces outils à la fois dans la production de données et dans les publications (<https://allea.org/wp-content/uploads/2023/06/European-Code-of-Conduct-Revised-Edition-2023.pdf>). Le cachet est désormais considéré, selon ce code, comme une pratique questionnable. Ce type de guides, qui énoncent des grands principes communs à toutes les communautés (fiabilité, respect, honnêteté, responsabilité), est très précieux en matière de grandes lignes directrices. Mais ils ne peuvent embrasser la diversité des spécificités sur le terrain et œuvrer à une échelle fine d'opérationnalité. Les standards à observer ont en effet aussi la particularité d'émaner largement des communautés scientifiques. Ils peuvent varier selon les objets et les méthodologies de recherche propres à chaque discipline et sont donc difficiles à préciser explicite-

ÉVOLUTION DU PAYSAGE DE L'INTÉGRITÉ SCIENTIFIQUE EN FRANCE, EN QUELQUES DATES

2010 – Rapport Alix remis au Ministre de l'ESR.

2015 – Charte française de déontologie des métiers de la recherche.

2016 – Rapport Corvol. Arrêté sur la formation doctorale à l'éthique de la recherche et à l'intégrité scientifique.

2017 – Lettre-circulaire (Mandon) : création de l'Ofis et obligation pour les établissements de nommer des référents à l'intégrité scientifique.

2020 – LPR : entrée de l'intégrité scientifique dans le code de la recherche.

2021 – Décret d'application qui définit les obligations des établissements et les missions des référents.

2022 – Prestation du serment d'intégrité scientifique pour les nouveaux docteurs.



ment. D'où le rôle crucial, pour toutes ces pratiques en partie tacites (citations des pairs, ordre dans la liste des auteurs, seuil statistique signifiant, etc.), de l'exemple et du mentorat au sein même des disciplines. Les sociétés savantes ont aussi, de ce point de vue, un rôle à jouer.

Un exemple de grand mouvement de fond qui fait actuellement évoluer les pratiques de recherche est celui de l'ouverture de la science. Les enjeux d'accessibilité des publications, des données de recherche, des codes et logiciels croisent ceux de l'intégrité scientifique. Il est aisé de comprendre que plus les données et les méthodes seront ouvertes, plus les falsifications ou les fabrications seront détectables et plus la reproductibilité des résultats pourra être testée. La fiabilité de la recherche à tout à y gagner. Là encore, la mise en œuvre est amorcée. Elle exige des moyens et un accompagnement au long cours pris en charge par la plateforme **data.gouv.fr** en France. Côté publications, de nouveaux modèles économiques d'édition en accès libre ont vu le jour et posent de nouveaux défis. Certains modèles ont malheureusement favorisé l'essor d'entreprises peu scrupuleuses des exigences de l'intégrité scientifique et le phénomène a pris une ampleur préoccupante. Des revues prédatrices proposent aux auteurs la publication ouverte en ligne de leurs articles selon le modèle auteur-payeur (*Article Processing Charges - APC*) sans respecter les canons de la publication scientifique (pas ou peu d'évaluation par les pairs, fausse indexation, faux comités éditoriaux, etc.). Des usines à papier (*paper mills*) fabriquent et vendent tout bonnement des articles frauduleux. Publier dans ce type de revues est évidemment une pratique non intègre à combattre (lire l'espace thématique dédié au sujet : <https://www.ofis-france.fr/espaces-thematiques/revues-predatrices/>).

La rétractation des articles frauduleux ou erronés est un autre enjeu important. La production massive et croissante des publications oblige la communauté à se doter d'outils de correction de la science plus efficaces, dont des outils d'identification et de suivi de ces articles rétractés. Faute de système d'alerte automatique, jusqu'ici nombreux d'entre eux continuent en effet d'être cités (Lire entretien d'Ivan Oranski : <https://www.ofis-france.fr/wp-content/uploads/2023/06/EntretienOfis-RetractationIvanOransky.pdf>) avec des conséquences potentiellement graves quand il s'agit, par exemple, de résultats d'essais cliniques auxquels continuent de se référer des

directives cliniques. En ce sens, l'accord très récent entre *Crossref*, structure communautaire internationale, et *RetractionWatch* dont la base de données recense plus de 42 000 articles rétractés (<http://retractiondatabase.org/>) pour rendre publiques et automatiser ces informations via les métadonnées associées aux publications est une avancée très importante (<https://www.crossref.org/blog/news-crossref-and-retraction-watch/>). Ces quelques exemples suffisent à montrer les évolutions nécessaires à mettre en œuvre en termes de bonnes pratiques.

Enfin, un autre pan de ce système normatif est encore en construction. Il concerne la question de l'adéquation entre un manquement à l'intégrité scientifique donné et la mesure à prendre, le cas échéant, à l'issue d'une instruction. Comment converger collectivement vers un système qui emporte l'adhésion, qui soit perçu comme juste et efficient par les communautés ? Quel est le degré de transparence souhaitable, nécessaire ? Pour juger de la pertinence d'une mesure, prise ou à prendre qu'il s'agisse d'une sanction ou d'une mesure de réhabilitation, il faut en effet comprendre précisément ce qui est reproché à quelqu'un et pourquoi. Cela exige de connaître certains éléments du dossier. Mais les dévoiler va aussi à l'encontre de la confidentialité des procédures (Manuel Resint : https://www.ofis-france.fr/wp-content/uploads/2023/06/Manuel-de-procedure-labelResint_2023-05-30.pdf). Cette question de l'équilibre entre transparence et confidentialité reste aujourd'hui très ouverte. Faire émerger une sorte de jurisprudence en la matière, en réunissant tous les acteurs autour de ces questions, est un enjeu pour l'Ofis qui en fera le thème de son prochain colloque.

Hélène LE MEUR



Références

[1] *Intégrité Scientifique : état des lieux. Dossier coordonné par R. Kohler, H. Maisonneuve, H. Migaud. BOF n° 92, novembre 2022*

[2] *Ces paragraphes reprennent certains éléments publiés dans la préface de « Une recherche responsable, intégrité scientifique » collectif. Editions Quae, septembre 2023. https://www.quae.com/produit/1837/9782759237180/une-recherche-responsable?affiliate_code.*

Voir aussi l'entretien vidéo avec Stéphanie Rupy « Intégrité scientifique en 2023, quels acteurs, quels enjeux » <https://www.youtube.com/watch?v=l1BoEozgWCo>

POUR EN SAVOIR PLUS SUR L'OFIS

- Le site web de l'Ofis <https://www.ofis-france.fr/>
- Pour s'inscrire à l'infolettre de l'Ofis <https://www.ofis-france.fr/infolettre-de-lofis/>
- Pour s'inscrire à la veille scientifique <https://www.ofis-france.fr/veille-scientifique/>
- Les vidéos de l'Ofis <https://www.youtube.com/@ofis2022/>

POUR CONNAITRE LE RÉFÉRENT À L'INTÉGRITÉ SCIENTIFIQUE DE VOTRE ÉTABLISSEMENT

- L'annuaire des RIS <https://www.ofis-france.fr/annuaire/>



INTELLIGENCE ARTIFICIELLE : L'ÉPREUVE DE LA SYNTAXE ET DE LA SÉMANTIQUE

Par **Jean-Yves de la CAFFINIÈRE**, ex-chirurgien des hôpitaux, professeur émérite

Comme chacun le sait, syntaxe et sémantique désignent (outre vocabulaire et grammaire) 2 des piliers d'une langue parlée et écrite et en particulier notre propre lexique dont je me suis permis de faire l'éloge [1] du fait des graves menaces civilisationnelles dont nous, médecins, sommes devenus spectateurs impuissants. L'intelligence artificielle (IA) est du même ordre, mais elle pose une autre question, et elle est de taille, car c'est l'humanité entière qui est visée. Après une période de latence de quelques années, il a fallu que soit lancée récemment son application « grand public » : ChatGPT-4 (GPT signifiant *Generative pre-Trained Transformer*) et qu'alors la machine médiatique fasse éclater au grand jour l'imminence du bouleversement socio-professionnel copernicien à l'instar des précédentes métamorphoses qui ont scandé l'Histoire occidentale de la modernité : imprimerie, machine à vapeur, industrie textile. Il faut sans aucun doute s'inquiéter, mais — je le pense — nous avons les moyens de résister avec calme par des arguments de bon sens. C'est par cet avis optimiste que j'avais terminé ma précédente tribune [2], m'appuyant sur le fait anatomo-physiolo-

gique que la machine ne possède pas les centres limbiques préfrontaux du cerveau humain, sans oublier la base existentielle : l'IA est non seulement un cerveau artificiel, elle est aussi et tout simplement privé d'un corps sensible. Sa mémoire gigantesque et fulgurante nous domine sans aucun doute, et dans ses futures versions on nous dit même qu'elle disposera d'une aptitude à reproduire un certain degré de conscience au moyen de la reconnaissance linguistique à la base de son fonctionnement. En fait, aujourd'hui, aucun ordinateur n'est conscient de ce qu'il fait et (avouons-le) trop souvent, nous non plus... On nous dit aussi que le robot parviendra à reproduire des émotions. Défi difficilement crédible quand on sait que nos humaines émotions ont pour origine les effluves issues de notre propre corps, récepteur de toutes les sollicitations (voire agressions) sociétales et environnementales.

Les capteurs viscéraux, visuels, auditifs et tactiles encodent les messages par vagues de micro-pulsions électriques, lesquelles sont traitées par notre hippocampe et ses noyaux annexes pour, au final, être décodées en pensées par une « plateforme

autobiographique » [3], laquelle, grâce à la conjugaison de notre conscience et de notre mémoire des expériences vécues, produit les sentiments, dernière étape qui conduit aux jugements et aux décisions selon le degré de volonté de chacun. Ainsi est composée la pensée complexe qui nous permet de maîtriser nos émotions et au final façonne notre personnalité.

La machine reproduira-t-elle l'ensemble de l'intelligence humaine avec un tel raffinement, alors qu'elle puise ses informations dans l'abondante littérature scientifique et romanesque et non pas à partir d'une expérience vécue ? Prenons-la donc au mot et argumentons-la sur son terrain de prédilection : sa fonction GPT.

● IA ET SYNTAXE, UN COUPLE IDÉAL ?

C'est là que se niche le leurre. Le rapport généré par chatGPT-4 est déjà (en attendant plus encore) un modèle de perfection syntaxique au point de tromper la vigilance d'un professeur ou même d'un éditeur. Un style au polissage sans âme, une orthographe sans la moindre faute (rarissime de nos jours) auraient pourtant de quoi alerter.

Le mot provient du latin *syntaxis* lui-même emprunté au grec ancien *syntaxis* qui signifie ordre ou arrangement. Le dictionnaire de l'Académie française définit ainsi le terme : « *arrangement des mots et construction des propositions dans la phrase selon les règles de la grammaire* ». En bref, la syntaxe c'est la règle de base qui régit la construction des mots et des phrases. C'est un cadre désincarné qui ne préjuge ni du style ni du fond de la pensée de celui qui cherche à se faire comprendre à l'écrit comme à l'oral. Il faut savoir que la syntaxe n'a pas la même importance dans toutes les langues, elle est particulièrement importante dans celle de Molière, c'est ce qui fait sa difficulté d'apprentissage pour un anglophone ou un germanophone et explique aussi le désastre de la malheureuse méthode globale imposée dans nos écoles primaires. Car le principe de l'apprentissage repose sur « les coutures » entre unités linguistiques qui composent la phrase. Un mot mal choisi, un oubli peut rendre la phrase inintelligible ou altérer son sens. Disons dès maintenant que la syntaxe est le vestibule de la sémantique.

Le logiciel conversationnel est-il capable de franchir ce premier obstacle ? Oui, et avec dextérité puisqu'il opère sur un corpus de textes qu'il ratisse mécaniquement au moyen de l'algorithme d'apprentissage lexical pour lequel il a été programmé. Il procède par une analyse mathématique de corrélations probables mais il n'a pas les moyens de s'interroger sur le sens des mots qu'il emploie et encore moins d'y réfléchir. Il lui suffit alors de conjuguer sélection, mimétisme et plagiat en fonction du déclenchement de la question qui lui a été posée. Ainsi, selon la question que vous posez, il peut par exemple prévoir que vous allez utiliser le mot fracture sans en avoir jamais vu ou subi. À la différence d'un enfant auquel on apprend à parler en lui montrant l'image d'un éléphant et qui associe l'image au mot sans que son cerveau balaye une base de données désincarnée. La machine réagit selon un modèle mathématique avec une entrée dont il sortira une prédiction. Par exemple combler les trous dans une phrase : « *les médecins introduisent dans le (corps) qu'ils connaissent mal, des (produits) qu'ils ne connaissent pas du tout...* » (Voltaire). Et même si les logiciels conversationnels dits multimodaux seront capables d'associer mots et images, il n'empêche que dans notre exemple de l'apprentissage du petit enfant, ils ne seront pas passés par la case visite au zoo ! Autrement dit, le logiciel entretient une apparence, sans l'essentiel : le contenu ressenti. Si donc on s'en tient à la

seule syntaxe, l'IA franchit l'obstacle haut la main. Et pour reprendre la métaphore du couple, disons que voilà un mariage apparemment harmonieux ! Mais, attention au réveil brutal : le petit matin des désillusions qui conduisent tout droit au divorce pour seul motif d'un manque de profondeur sémantique, ce qui, de mon point de vue, est un grief juridiquement recevable !

● IA ET SÉMANTIQUE, UN COUPLE AUTHENTIQUE ?

C'est dans la branche sémantique du langage que l'IA rencontre plus de difficulté à nous fournir la juste signification de sa tâche générative. Dans la langue française, la performance informatique est double : extraire la bonne réponse à la question posée par l'utilisateur et en faire la traduction puisque les bases de données sont majoritairement anglophones et spécialement dans le champ scientifique. L'académie française donne comme définition : « *le sens, la signification des éléments d'une langue* ». Le terme est emprunté au grec ancien : *sémantikos* = qui signifie. Or le sens d'un mot dépend justement de son contexte culturel.

La machine — qui rappelons-le ne réfléchit pas — est-elle capable d'effectuer ce tour de force, alors que sa compétence s'exerce uniquement dans le champ syntaxique ? De fait, le choix sémantique dépend du contexte de l'unité lexicale dans laquelle il est saisi, ce qui implique un choix entre ses sens abstraits ou figurés, et c'est souvent le cas en langue française. Ce sont les mots environnants qui lui fournissent les indices sémantiques de repérage d'un mot clé. Ainsi, le mot « fracture » a le sens anatomique que nous lui donnons. Mais, on peut également lui attribuer un autre sens telle la devenue célèbre « fracture sociale ». Le choix d'un mot dépend aussi de ses traits distinctifs : le mot « prothèse » est l'exemple type. Si, dans le contexte lexical où il se déploie, le robot ne fait pas la distinction entre prothèse articulaire et prothèse pour amputation, il fournira une réponse inintelligible, en tous cas à un usager occasionnel. On pourrait multiplier les exemples qui démontrent qu'en matière de sémantique, le robot avance dans une jungle quasi amazonienne.

Ces quelques exemples démontrent que si l'IA peut résoudre des problèmes abstraits complexes, de son côté l'IH (intelligence humaine) fait face à des situations vécues. Face à un mot ambigu dont le sens est double, une phrase mal fagotée, elle les réintègre spontanément dans leur contexte

sans que l'unité lexicale dans laquelle ils se situent soit incomprise. En revanche, dans la même situation, l'IA est dans l'incapacité d'effectuer d'elle-même la correction puisqu'elle est sous l'emprise carcérale de son logiciel.

De plus, pour chacun d'entre-nous, un mot, une phrase sont la partie émergée de notre histoire individuelle, inséparable de notre corps. La partie immergée est le poids cognitif acquis engrangé dans notre cerveau. Pour l'IA, un mot, une phrase ne sont que des repères linguistiques. Etant désincarnée, elle évolue sous le régime tyrannique de l'emprunt lexical qu'elle restitue sans conscience grâce à sa puissance de calcul et à une association d'algorithmes.

A l'opposé, l'être humain et son intelligence sont toujours engagés dans une situation où les faits sont en place, et c'est adossé à ces faits concrets qu'intervient sa « plateforme autobiographique » pour comprendre, mesurer et agir avec des critères moraux et éthiques que la société lui a inculqués.

● CONCLUSIONS

Comparer IA et IH, par le biais du langage, est une façon enrichissante d'explorer le fonctionnement de notre propre pensée, la manière dont elle se construit et les moyens de l'exprimer.

L'IA est une entité incorporelle (inhumaine et non divine) parce que sans engagement, sans responsabilité. Elle est donc dépourvue de tout sens moral (amoralité pas immoralité) auquel s'ajoute évidemment une absence de conscience éthique puisque désincarnée.

Mais l'IA est un formidable adjectif. Utilisons-la comme outil pédagogique et un assistant dont il faut contrôler les tâches qui lui sont confiées, comme nous le faisons habituellement avec nos collaborateurs. **Sauf que cet adjectif n'a pas d'âme.**

Jean-Yves de la CAFFINIÈRE
www.jean-yves-delacaffiniere.com

Références

- [1] *La Lettre du CNP-COT n°42.*
- [2] *La Lettre du CNP-COT n°43.*
- [3] *Damasio A. Spinoza avait raison, joie et tristesse. Odile.jacob - 2003.*



RÉALITÉ MIXTE COLLABORATIVE : BIENVENUE DANS LE SURGIVERSE !

Par **Marc-Olivier GAUCI**^{1,2}, **Bastien BIGE**¹, **Nicolas BRONSARD**^{1,3}, **Marie ARMINIO**², **Jean-Marie HOUSSEAU**⁴, **Natalia ESPITIA-HIDALGO**⁴, **Baptiste de la BERNARDIE**⁴, **Arnaud DESTAINVILLE**⁴

1- Institut Universitaire Locomoteur et du Sport, CHU de Nice

2- Laboratoire ICARE, IBV, Inserm, Université Côte d'Azur

3- Laboratoire d'Anatomie Côte d'Azur, UFR Médecine

4- Abys Medical (La Rochelle)

Si les lunettes de réalité mixte et leur utilisation au bloc opératoire font leurs premiers pas timides au bloc opératoire, leur usage peine pour le moment à convaincre. Le guidage peropératoire n'est pas encore déployé et nécessite encore la mise en place de marqueurs qui allonge la durée opératoire et peuvent présenter des risques (fractures sur fiches, abords supplémentaires, tenue médiocre), le recalage automatique qui nécessite des calculs et des algorithmes boostés à l'intelligence artificielle très (trop) lourds pour la puissance embarquée dans les lunettes, nous fera encore patienter quelques années, ceci sans évoquer la valeur ajoutée du gain de quelques millimètres pressenti par ce guidage et dont l'amélioration du résultat clinique n'est que faiblement démontrée.

Et si la vraie valeur proposée par la réalité mixte était dans sa dimension collaborative ?

● 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, etc.) 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 chargées sur le cloud. D'un point de vue économique et écologique, cet accès aux modèles 3D est simplifié et 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.

● APPLICATIONS EN UTILISANT LA RÉALITÉ MIXTE

L'association casque de réalité mixte plus plateforme cloud permet donc de mettre en place des outils de formation et d'accès à l'expertise de type téléassistance.

Nous avons donc réalisé et présenté ici différents niveaux de propositions pour la formation initiale ou continue qui utilisent cette technologie.

● PLANIFICATION COLLABORATIVE

La planification préopératoire permet au chirurgien en formation de pouvoir identifier et labelliser les différents fragments osseux identifiés sur un scanner reconstruit en 3D (Figure 2). Ce modèle a été généré sur la plateforme cloud où 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 va pouvoir ainsi faire le diagnostic et prendre une décision 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.

● WORKSHOP SUR SAWBONE

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 au Surgiverse® (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 réel 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.

● WORKSHOP CADAVERIQUE POUR L'ENCLOUAGE CENTROMÉDULLAIRE DE L'HUMÉRUS DANS LE CADRE D'UNE FRACTURE DE L'EXTRÉMITÉ PROXIMALE DE L'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.

● PREMIÈRE CHIRURGIE TRANSATLANTIQUE DANS LE SURGIVERSE

Une première chirurgie via Surgiverse® a pu être réalisée entre Minneapolis (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 puisqu'il n'est pas acceptable d'avoir un décalage même minime pendant une intervention à distance et en communiquant. Un réseau 4G a été utilisé ici. L'utilisation d'un réseau 5G permettrait la réalisation de chirurgies en « live » avec la connexion de plusieurs dizaines de participants sur des espaces « spectateurs » et dont les modalités d'interaction seraient paramétrées en amont.

Ceci rend possible le partage d'interventions innovantes, de démonstrations chirurgicales (techniques chirurgicales, matériel, ancillaire) sans déplacer les protagonistes. Le chirurgien qui effectue la démonstration n'a besoin de rien d'autre que du casque connecté à un réseau stable. Des essais à visée pédagogique ont aussi pu être réalisés au bloc opératoire (Figure 6) durant lesquels les chirurgiens juniors se sont connectés pour assister à l'intervention. Inversement, la téléassistance permet facilement la sollicitation d'un senior par les assistants et chefs de clinique qui opèrent en permettant aux plus expérimentés de pouvoir apprécier via Surgiverse® le niveau de difficulté auquel se trouve confronté le jeune chirurgien et lui porter assistance.

● CONCLUSION

Ces différents scénarios et séquences d'utilisation de la réalité mixte associée au Surgiverse® démontre sa puissance collaborative et les perspectives envisageables au travers de programmes pédagogiques 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 compagnonnage chirurgical à tous les niveaux d'expertise.

Marc-Olivier GAUCI et al.

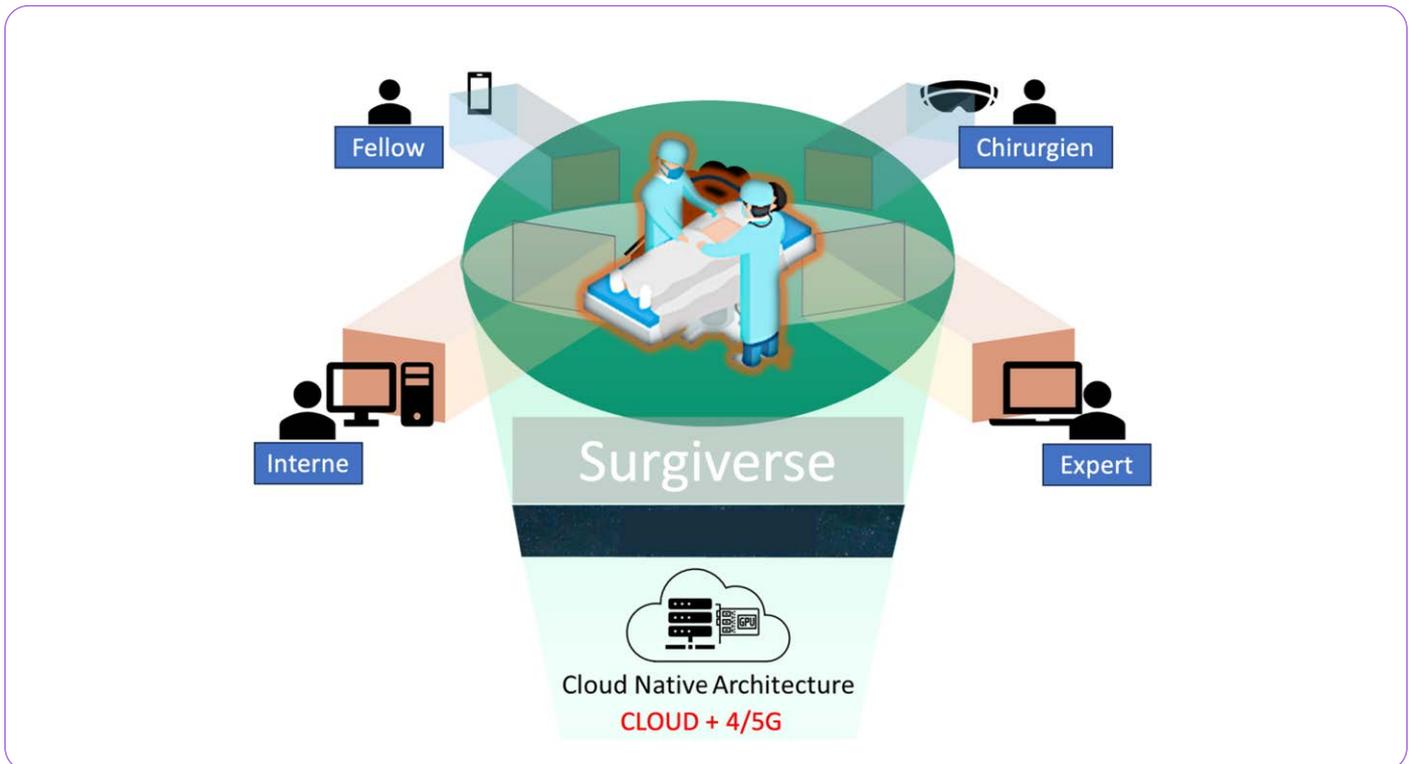


Figure 1 - Principe du Surgiverse : modèle d'architecture distribué dans lequel les données et les calculs sont centralisés. Il n'y a donc pas d'application à installer, pas de données à télécharger et les calculs se font de façon délocalisée. L'accès et les collaborations sont instantanés et dépendent uniquement de la connexion qui assure le flux des informations. L'architecture utilisée est celle de 3dVerse et l'application chirurgicale est délivrée par AbysMedical®.

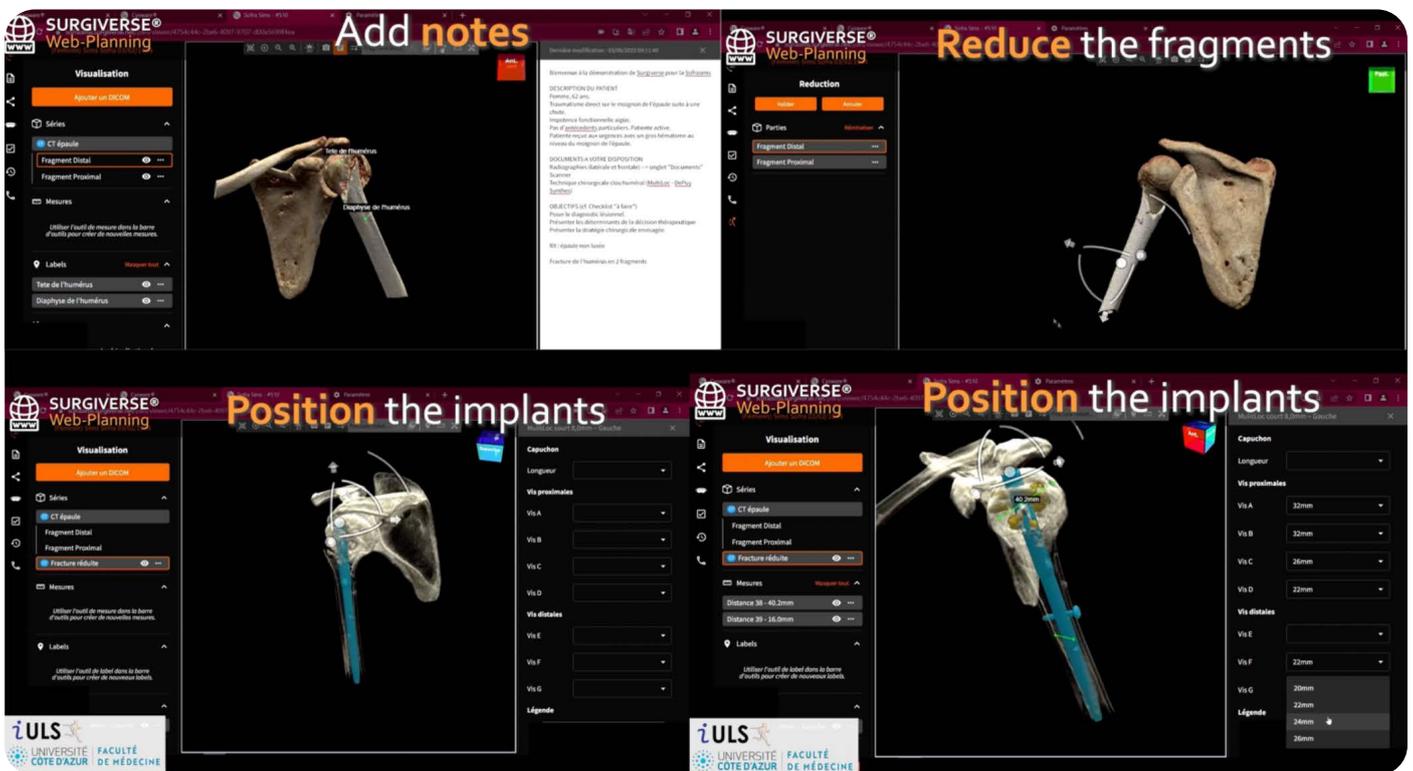


Figure 2 - Différentes étapes de la planification d'un enclouage centromédullaire d'une fracture de l'extrémité proximale de l'humérus débutant par une vignette clinique. Le chirurgien en formation et le tuteur sont tous les deux connectés à distance sur le même scénario de simulation hébergé sur la plateforme cloud Surgiverse® et interagissent simultanément.

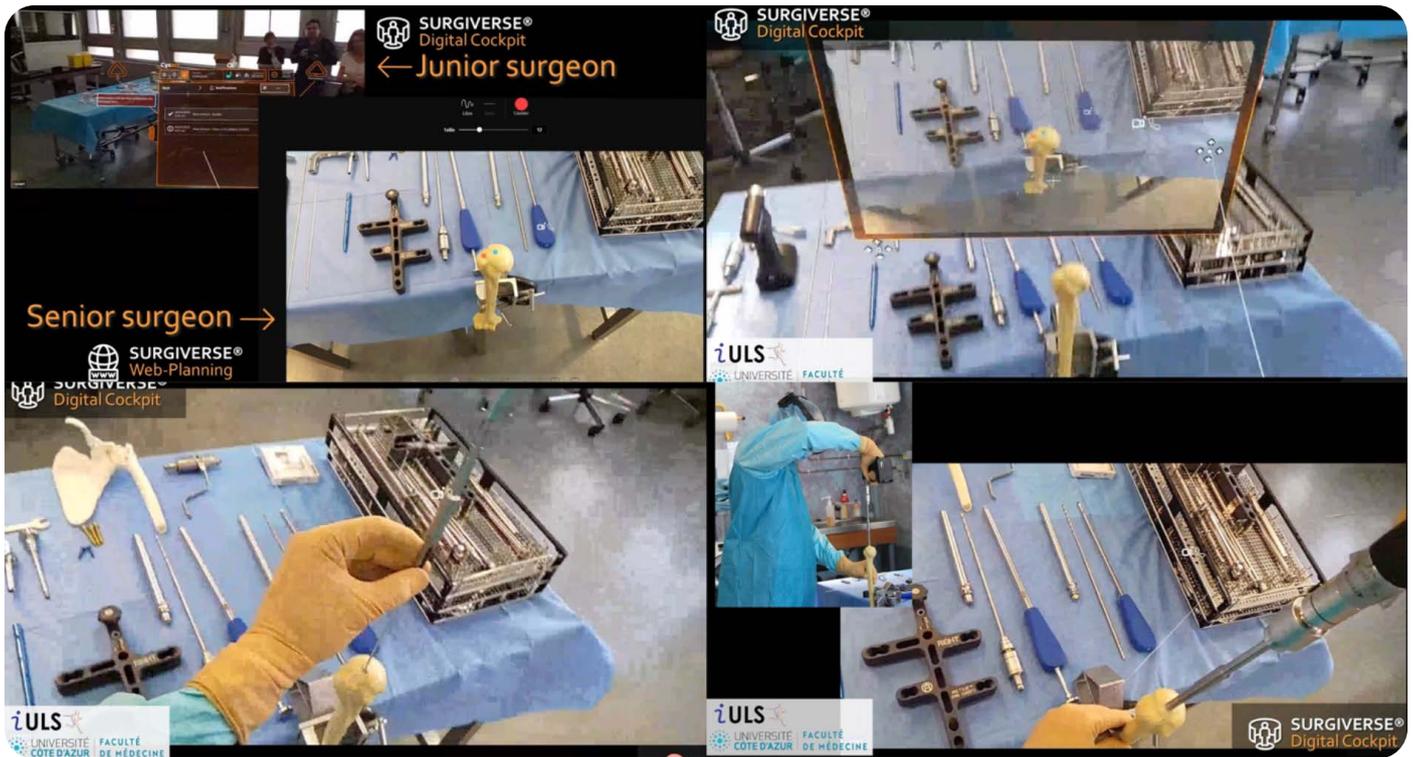


Figure 3 - Dans ce workshop sur sawbone®, le chirurgien en formation équipé d'un casque de réalité mixte échange sur la voie d'abord proposée avec le tuteur qui est à distance sur son ordinateur. Le chirurgien senior lui propose deux points d'entrée (footprint et vertex) sur une capture d'écran prise 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.

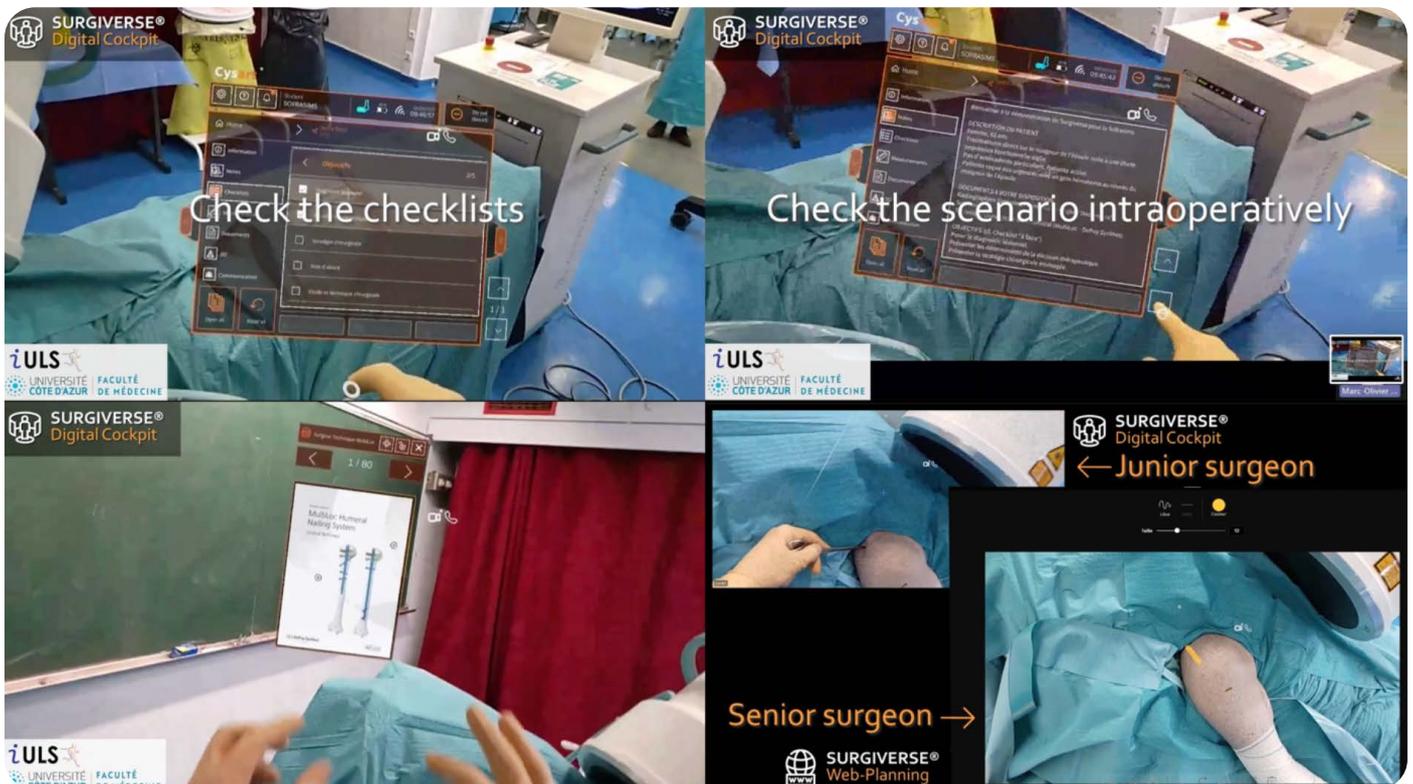


Figure 4 - La mise en situation réelle au travers d'un scénario sur cadavre permet de mettre le chirurgien dans des conditions très réalistes et de lui proposer plusieurs modalités d'assistance allant de la checklist, des éléments du dossier patient à la technique chirurgicale et la téléassistance au travers d'un expert situé à distance.

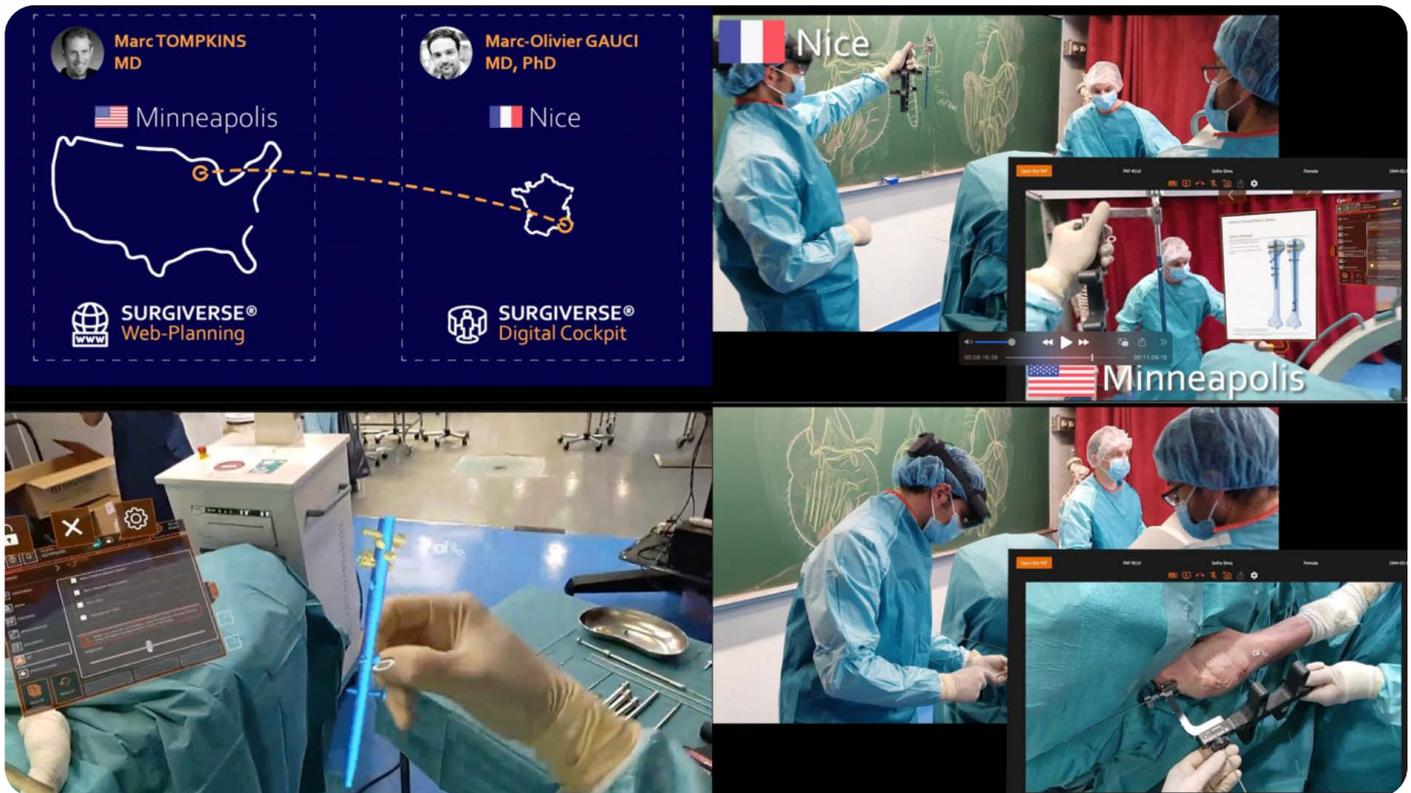


Figure 5 - Première chirurgie transatlantique utilisant le métaverse (Surgiverse®). Le Dr Marc Tompkins (Minneapolis, MN, USA) assistait en direct à une chirurgie simulée avec le Dr Marc-Olivier Gauci (Nice, France) qui réalisait un enclouage centromédullaire de l'humérus par voie de Neviaser.

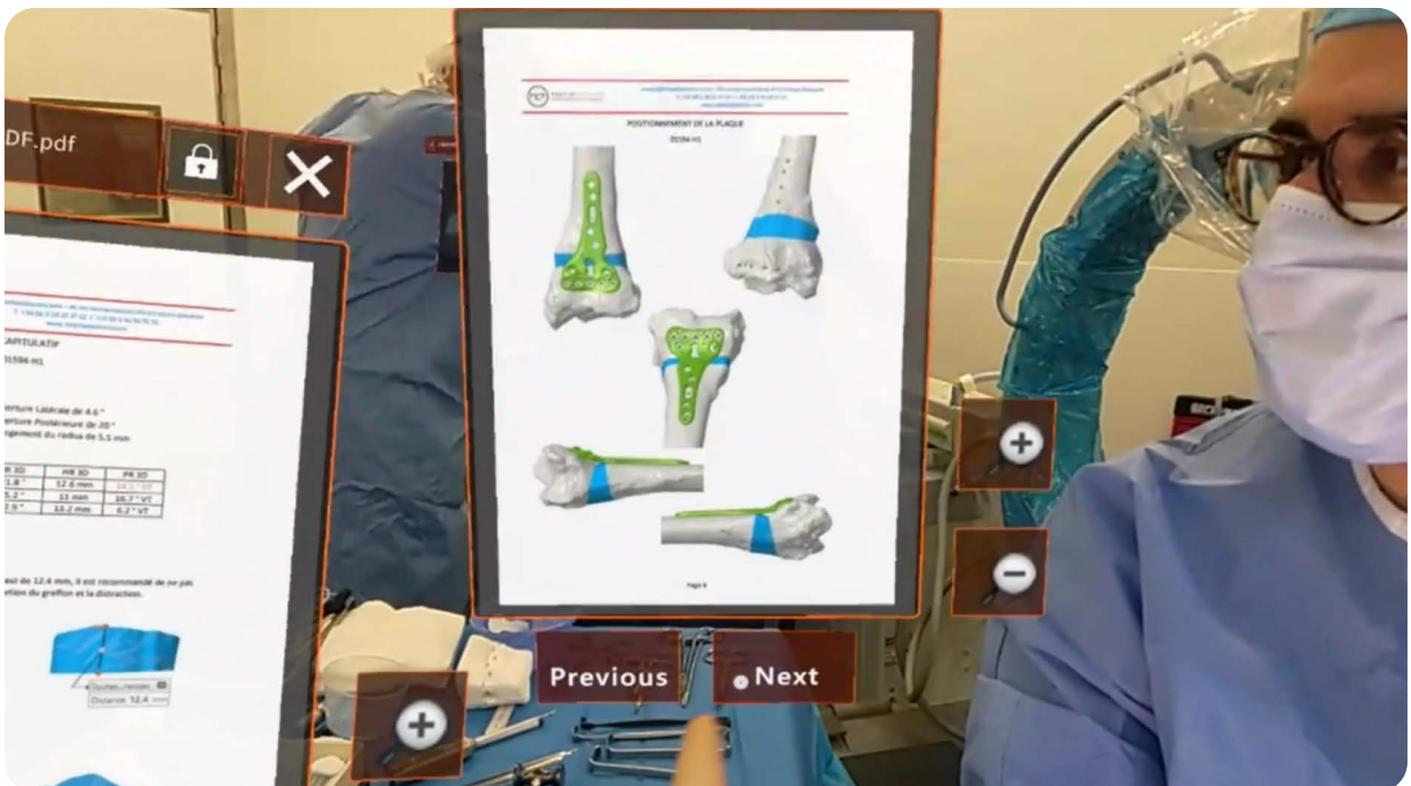


Figure 6 - Réalisation d'une chirurgie au bloc opératoire avec utilisation de la plateforme Surgiverse® via le casque de réalité mixte. Une planification réalisée en préopératoire avec un partenaire industriel a pu être directement consultable sur la plateforme et rendue consultable en peropératoire. Cette utilisation diminue les déplacements en salle source de faute d'asepsie et améliore le confort chirurgical. Plusieurs internes ont pu se connecter en direct, consulter le dossier du patient et assister à la chirurgie pour comprendre cette chirurgie complexe.



INFLUENCE TRANSFORMATIVE DES NOUVELLES TECHNOLOGIES ISSUES DU NUMÉRIQUE EN ORTHOPÉDIE PÉDIATRIQUE

Par Manon BACHY¹, Toan NGUYEN², Richard GOURON³, Raphaël VIALLE¹

1- Service de Chirurgie Orthopédique et réparatrice de l'enfant, Hôpital Trousseau

2- Service de Radiologie, Hôpital Trousseau

3- Service de Chirurgie pédiatrique, CHU Amiens-Picardie

Si l'orthopédie pédiatrique se distingue de la chirurgie adulte par des pathologies spécifiques (malformatives, congénitales, etc.) et par la grande variabilité des prises en charge en fonction de l'âge des enfants et de leur potentiel de croissance, elle bénéficie également continuellement des avancées technologiques.

La révolution numérique a apporté d'importantes avancées en chirurgie orthopédique pédiatrique au cours des dernières années, avec un champ d'application de ces technologies émergentes qui s'étend à toutes les étapes de la prise en charge des jeunes patients, du diagnostic au post-opératoire de procédures chirurgicales plus ou moins complexes.

L'objectif de ce chapitre est de présenter certaines utilisations cliniques actuelles et les perspectives de ces technologies issues du numérique : traitement de l'image, intelligence artificielle et chirurgie robotique

dans le domaine de la chirurgie orthopédique pédiatrique.

● TRAITEMENT DE L'IMAGE

Les logiciels actuels d'intelligence artificielle (IA) en radiologie sont des systèmes de « *deep learning* » ou apprentissage profond qui reposent sur le modèle des réseaux neuronaux du cerveau humain et nécessitent un entraînement sur de grands échantillons pour entraîner l'algorithme à identifier les signes d'une pathologie. Le diagnostic de fracture peut être difficile et conduire à des erreurs diagnostiques et des retards de prise en charge, particulièrement au niveau du coude. Si le nombre de logiciels de détection de fracture basés sur l'IA est en augmentation constante chez l'adulte avec de bons résultats rapportés dans la littérature [1], il n'existe que relativement peu d'études sur la population pédiatrique. Si les résultats publiés [2, 3, 4] semblaient encourageants avec une sensibilité de 0,91-0,93 et une spécificité

de 0,84-0,92, la faible valeur prédictive positive de 0,70-0,87 confiait à l'IA plutôt un rôle de triage pour les centres qui n'auraient pas de radiopédiatres [5]. Ces conclusions étaient cependant suggérées par des études dites « *standalone* » c'est-à-dire évaluant une interprétation radiographique uniquement par l'IA sans comparaison de ses performances à celles du radiologue. Une étude récente comparant les performances de l'IA à celles de radiologues junior et de radiopédiatres sur une cohorte pédiatrique de 300 radiographies anonymisées, conclue à une augmentation significative de la sensibilité de détection des fractures de presque 10 % (de 73,3 % à 82,8 %) [6]. Quelques études suggèrent également une bonne performance des logiciels d'IA dans la détection des épanchements du coude [7]. Néanmoins, si l'IA semble performante dans la détection des fractures et des épanchements articulaires, son apport dans la détection des luxations est encore à évaluer, l'absence de diagnostic étant préjudiciable comme dans les lésions de Monteggia (figure 1).



● Figure 1 - Exemple récent de radiographie d'avant-bras pour laquelle un logiciel d'IA identifie la fracture de l'ulna mais pas la luxation de tête radiale, le diagnostic de Monteggia n'a pas été évoqué.

Les techniques d'imagerie avec reconstruction 3D sont de plus en plus utilisées en pratique clinique avec l'élaboration en temps réel d'images détaillées des structures osseuses et des parties molles, améliorant la compréhension des déformations et permettant le développement de nouvelles stratégies thérapeutiques comme la réalisation d'implant sur mesure pour le traitement de thorax en entonnoir (Figure 2) avec une chirurgie moins lourde et des résultats cosmétiques prometteurs.

CHIRURGIE ASSISTÉE PAR ORDINATEUR

La planification pré-opératoire associée à l'utilisation de guides de coupe sur mesure, adaptée à l'anatomie spécifique du patient permet de simplifier l'acte chirurgical, d'augmenter la précision du geste et de fiabiliser la coupe osseuse et l'ostéosynthèse. Leur utilité semble tout aussi importante voire supérieure en chirurgie pédiatrique en raison du très grand nombre de déformations osseuses nécessitant des ostéotomies, du large panel d'indications et de la variabilité de la taille des os. Seule une acquisition scanner est actuellement validée pour la planification, impliquant une irradiation des jeunes patients.

Une revue récente de la littérature sur l'utilisation des guides de coupe en pédiatrie [8] retrouvait 22 articles publiés entre 2011 et 2020 (dont 87 % publiés entre 2017 et 2020) représentant un total de 212 patients, d'âge moyen 11,2 ans (3 à 21 ans). Les conclusions suggéraient que l'utilisation des guides de coupe permet une amélioration de la correction angulaire et des mobilités sans complications majeures rapportées. Une étude rétrospective réalisée sur 24 enfants et 50 ostéotomies d'avant-bras, 20 réalisées avec guide de coupe et 30 sans guide de

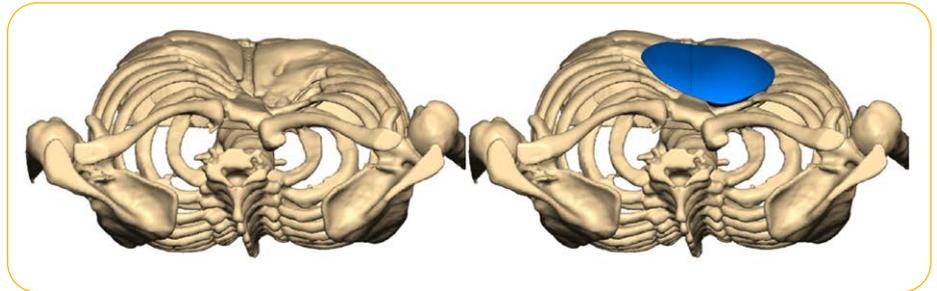


Figure 2 - Modélisation du pectus excavatum et de l'implant sur mesure 3D proposé pour le traitement avec l'aimable autorisation de la société Anatomik Modeling® (contact@anatomikmodeling.com)

coupe [9], retrouvait un gain de temps opératoire de 42 minutes par rapport à une chirurgie sans guide de coupe, faisant passer en moyenne la durée d'intervention de $171 \pm 48,6$ à $129 \pm 35,6$ minutes ($p = 0,02$) et une amélioration de la qualité de vie.

Les guides de coupe étant imprimés selon l'anatomie spécifique du patient, leur positionnement permet de définir le niveau d'ostéotomie et de faciliter l'ostéosynthèse ; deux paramètres majeurs permettant de diminuer de façon significative l'exposition des patients aux radiations. L'étude comparative menée sur les avant-bras retrouvait que l'irradiation per-opératoire diminuait de $126 \pm 107 \mu\text{Gy}$ en moyenne par intervention sans utilisation de guide de coupe, à $38 \pm 27 \mu\text{Gy}$ en moyenne par intervention avec guide de coupe ($p = 0,08$) [9]. Le temps de fluoroscopie semblait diminuer également de $13,3 \pm 12,9$ secondes dans le groupe sans guide de coupe à $2,4 \pm 3,1$ secondes dans le groupe guide de coupe ($p = 0,05$).

L'utilisation de guide de coupe nécessite une acquisition par TDM de l'anatomie osseuse avec reconstruction 3D pour l'acquisition d'images permettant la modélisation 3D de l'os et la planification des guides de coupe, ce qui implique une dose totale

(TDM préopératoire + scopie per-opératoire) de rayonnement plus élevée avec, dans l'étude sur les avant-bras, $7663 \pm 3638 \mu\text{Gy}$ dans le groupe guide de coupe que dans le groupe sans guide de coupe $126 \pm 107 \mu\text{Gy}$ ($p < 0,001$) [10].

Si de nouvelles séquences IRM, « Zero Echo Time » [11] se développent et se rapprochent des images obtenues par TDM, elles ne sont pas actuellement toujours pas utilisées en routine.

Si les techniques actuelles de « mirroring » permettent par superposition d'obtenir les corrections nécessaires pour rétablir une anatomie normale, la planification ne se fait pas par IA et l'intervention du chirurgien dans la planification, en plus des ingénieurs, est toujours actuellement nécessaire.

CHIRURGIE ROBOTIQUE

À la différence de la chirurgie pédiatrique viscérale ou urologique, l'assistance robotique commence seulement à s'installer dans les blocs opératoires de chirurgie orthopédiques pédiatriques. Les robots chirurgicaux sont connus pour assister les chirurgiens dans la réalisation d'incisions et de gestes extrêmement précis, la chirurgie devenant ainsi plus sûre et moins agressive

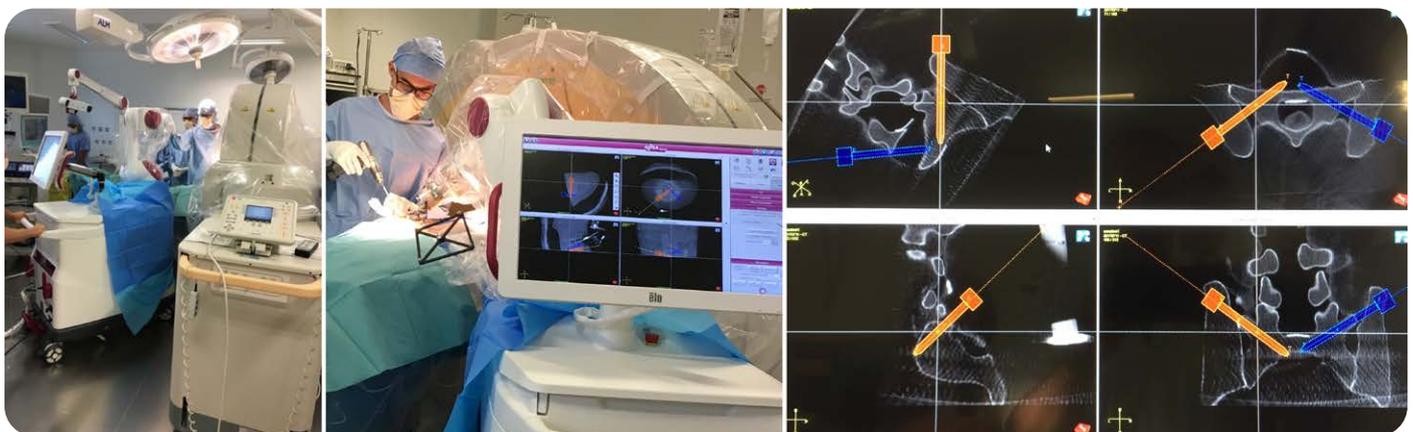


Figure 3 - Vues per-opératoires d'une assistance robotique pour visée ilio-sacrée par l'équipe du Pr Gouron du CHU d'Amiens.

même pour des indications complexes, avec moins de douleurs post-opératoires et des récupérations plus rapides. L'équipe d'Amiens, à la pointe dans ce domaine, réalise depuis 2019 des chirurgies de scoliose et de ligaments croisés antérieurs assistées par robot. Le guidage ultraprécis permet de fiabiliser le vissage ilio-sacré (Figure 3) ou d'assurer l'épargne physique lors des tunnels de ligamentoplastie.

Si les contraintes financières et d'encombrement sont les principales limites actuelles de cette technologie, la miniaturisation et le nombre croissant d'industriels peuvent aider à les dépasser à l'avenir. L'attitude actuelle semble être dans le développement de la cobotique ou robotique collaborative où le robot assiste le chirurgien dans son expertise et son savoir-faire, sans avoir pour objectif de le remplacer.

● RÉALITÉ AUGMENTÉE

Les lunettes de réalité augmentée ont également fait récemment leur entrée dans les blocs opératoires d'orthopédie pédiatrique. En chirurgie adulte, la possibilité de superposer du contenu numérique au monde réel permet de contrôler la position des implants en chirurgie prothétique. Actuellement encore à l'étape de test en clinique dans notre discipline, elle permet, grâce au jumeaux numérique du patient en 3D, d'améliorer la compréhension des déformations en faisant, en temps réel, pivoter les hologrammes obtenus (Figure 4) pouvant aider la réalisation de certains gestes comme les visées pédiculaires. Les perspectives d'utilisation en pédagogie sont ainsi très vastes et utilisables à toute étape du cursus médical : de la simple vision des déformations à la pratique et au perfectionnement de procédures, permettant, grâce à cet environnement ludique à la pointe de la technologie, une adhésion forte des étudiants.

La digitalisation de l'ensemble des étapes de la prise en charge du patient génère les fameuses « big data » dont le clinicien ne pourra tirer profit qu'avec l'aide de l'IA. Les problématiques de protection des données ou des questions éthiques posées par ce développement d'une santé de plus en plus « connectée » restent des défis majeurs s'ajoutant à celles de la disponibilité des équipements et des ressources de chaque établissement.

● CONCLUSION

Dans l'ensemble, les nouvelles technologies issues du numérique transforment la pratique de l'orthopédie pédiatrique en améliorant la précision, la sécurité et les résultats globaux des procédures, sans toutefois remplacer complètement l'expertise et l'expérience des chirurgiens. La collaboration est indispensable entre industriels et praticiens pour optimiser le développement de ces différentes solutions.

Manon BACHY et al.

Références

- [1] Guerhazi, A., Tannoury, C., Kompel, A.J., Murakami, A.M., Ducarouge, A., Gillibert, A., Li, X., Tournier, A., Lahoud, Y., Jaraya, M., Lacave, E., Rahimi, H., Pourchot, A., Parisien, R.L., Merritt, A.C., Comeau, D., Regnard, N.-E., Hayashi, D., 2022. Improving Radiographic Fracture Recognition Performance and Efficiency Using Artificial Intelligence. *Radiology* 302, 627-636. <https://doi.org/10.1148/radiol.210937>
- [2] Hayashi, D., Kompel, A.J., Ventre, J., Ducarouge, A., Nguyen, T., Regnard, N.-E., Guerhazi, A., 2022. Automated detection of acute appendicular skeletal fractures in pediatric patients using deep learning. *Skeletal Radiol* 51, 2129-2139. <https://doi.org/10.1007/s00256-022-04070-0>
- [3] Choi, J.W., Cho, Y.J., Lee, Seowoo, Lee, J., Lee, Seunghyun, Choi, Y.H., Cheon, J.-E., Ha, J.Y., 2020. Using a Dual-Input Convolutional Neural Network for Automated Detection of Pediatric Supracondylar Fracture on Conventional Radiography. *Invest Radiol* 55, 101-110. <https://doi.org/10.1097/RLI.0000000000000615>
- [4] Dupuis, M., Delbos, L., Veil, R., Adamsbaum, C., 2022. External validation of a commercially available deep learning algorithm for fracture detection in children. *Diagnostic and Interventional Imaging* 103, 151-159. <https://doi.org/10.1016/j.diii.2021.10.007>
- [5] Offiah, A.C., 2022. Current and emerging artificial intelligence applications for pediatric musculoskeletal radiology. *Pediatr Radiol* 52, 2149-2158. <https://doi.org/10.1007/s00247-021-05130-8>
- [6] Nguyen, T., Maarek, R., Hermann, A.-L., Kammoun, A., Marchi, A., Khelifi-Touhami, M.R., Collin, M., Jaillard, A., Kompel, A.J., Hayashi, D., Guerhazi, A., Ducou Le Pointe, H., 2022. 'Assessment of an artificial intelligence aid for the detection of appendicular skeletal fractures in children and young adults by senior and junior radiologists': reply to Sammer et al. *Pediatr Radiol* 53, 341-342. <https://doi.org/10.1007/s00247-022-05554-w>
- [7] England, J.R., Gross, J.S., White, E.A., Patel, D.B., England, J.T., Cheng, P.M., 2018. Detection of Traumatic Pediatric Elbow Joint Effusion Using a Deep Convolutional Neural Network. *American Journal of Roentgenology* 211, 1361-1368. <https://doi.org/10.2214/AJR.18.19974>
- [8] Raza, M., Murphy, D., Gelfer, Y., 2021. The effect of three-dimensional (3D) printing on quantitative and qualitative outcomes in paediatric orthopaedic osteotomies: a systematic review. *EFORT Open Reviews* 6, 130-138. <https://doi.org/10.1302/2058-5241.6.200092>
- [9] Benayoun, M., Langlais, T., Laurent, R., Le Hanneur, M., Vialle, R., Bachy, M., Fitoussi, F., 2022. 3D planning and patient-specific surgical guides in forearm osteotomy in children: Radiographic accuracy and clinical morbidity out. *Orthop Traumatol Surg Res* 108, 102925. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2021.102925>
- [10] Campe, A. von, Nagy, L., Arbab, D., Dumont, C.E., 2006. Corrective Osteotomies in Malunions of the Distal Radius: Do We Get What We Planned? *Clinical Orthopaedics and Related Research* 450, 179-185. <https://doi.org/10.1097/01.blo.0000223994.79894.17>
- [11] Breighner, R.E., Bogner, E.A., Lee, S.C., Koff, M.F., Potter, H.G., 2019. Evaluation of Osseous Morphology of the Hip Using Zero Echo Time Magnetic Resonance Imaging. *Am J Sports Med* 47, 3460-3468. <https://doi.org/10.1177/0363546519878170>



● Figure 4 - Tandem chirurgical orthopédique et neurochirurgien visualisant une déformation rachidienne complexe avec les Lunettes de réalité augmentée avec l'aimable autorisation de Abys Medical®.

CHIRURGIE ROBOTIQUE



CHIRURGIE ROBOTIQUE EN DUPLEX ET EN DIRECT : UNE PREMIÈRE EN ORTHOPÉDIE

DEUX PROTHÈSES TOTALES DE GENOU RÉALISÉES EN DIRECT ET EN SIMULTANÉ AVEC ASSISTANCE ROBOTISÉE

Par Rémi PHILIPPOT, CHU de Saint-Etienne et Nicolas PUJOL, CH de Versailles

Le site « *Ortho-live* » propose depuis cette année des retransmissions de chirurgies effectuées en direct : genou, hanche, ligamentoplasties, prothèses, arthroscopies etc. Plusieurs sujets ont déjà été traités. La société FMC qui s'en occupe travaille avec la SOFCOT depuis des années sur des E-congrès, Webinaires, etc.

Saint-Etienne et Versailles étant adeptes de la chirurgie robotique depuis quelques années, nous avons proposé de débattre en direct de nos techniques sur un mode innovant. Les deux interventions seraient réalisées en direct et en simultané (duplex), nous permettant ainsi d'interagir ensemble pendant les opérations. Un concept inédit en chirurgie orthopédique !

Les robots Mako® et Rosa® ont été utilisés lors de ces chirurgies pour deux patients nécessitant une prothèse totale de genou.

La retransmission a eu lieu le 26 Mai 2023, voici le lien pour ceux qui souhaitent voir le film en différé : <https://www.fmc.live/fr/blocs/ortho-live/event/3>.

Vous verrez, les échanges ont été constructifs, il ne s'agissait pas de débattre ou de combattre en direct mais d'exposer en toute convivialité nos préférences chirurgicales pas à pas, nos astuces techniques, et aussi de montrer en toute transparence les avantages (et les inconvénients) de nos systèmes respectifs (figures 1, 2 et 3).

● POURQUOI LE ROBOT ?

L'arthroplastie totale conventionnelle du genou est une procédure bien acceptée, sûre et rentable pour le traitement de l'arthrose symptomatique du genou. Cependant, les taux de satisfaction varient entre 82 % et 89 % de bons résultats selon les plus récentes études [1]. Ils ne sont pas forcément différents avec le robot, même si le positionnement prothétique est beaucoup plus précis [2]. Mais ces résultats sont identiques lorsqu'on utilise une seule méthode chirurgicale pour tous les patients (résection, alignement, anatomie, cinématique, fonctionnelle, hybride...) et il faudrait probablement pouvoir adapter sa technique pendant l'intervention chirurgicale, en fonction des constatations et de la planification [3]. La chirurgie robotique permet cela plus facilement et précisément qu'une chirurgie conventionnelle. Ce concept d'adaptabilité per-opératoire devra être évalué à l'avenir afin de prouver la pertinence de la robotique en chirurgie prothétique.

● QUELLES DIFFÉRENCES ENTRE LE MAKO® ET LE ROSA® ?

Il existe à l'évidence des différences entre les deux systèmes. L'un est un bras robotisé permettant de réaliser directement les coupes, l'autre est un bras permettant de positionner le guide de coupe. Les deux robots ne réalisent pas eux-mêmes les gestes chirurgicaux. La finalité est pour-

tant la même : une chirurgie plus précise par rapport à l'objectif fixé (en comparaison avec les techniques conventionnelles), une « navigation améliorée », une chirurgie qui peut s'adapter en per-opératoire en fonction des constatations.

Les deux systèmes sont captifs, ils permettent de positionner une seule marque de prothèse (mais plusieurs modèles). Dans tous les cas, les systèmes sont suffisamment différents pour empêcher toute comparaison de résultats cliniques [4].

● QUEL RAPPORT COÛT-BÉNÉFICE ?

Le coût de ces robots varie entre 800 et 1200 K€, ce qui fait un investissement majeur pour un service ou une unité.

Une vingtaine de robots sont présents en France à ce jour et la croissance n'est pas exponentielle en raison de ce coût élevé.

Les frais de maintenance peuvent être inclus dans le contrat, avec une visite régulière des techniciens pour garantir un bon fonctionnement des machines au quotidien.

Le prix des consommables varie entre 300 et 500 € pour chaque intervention (habillage du robot, capteurs, etc).

Des études randomisées sont en cours pour déterminer ce rapport bénéfice-coût pour les patients mais aussi pour les systèmes de santé [5].

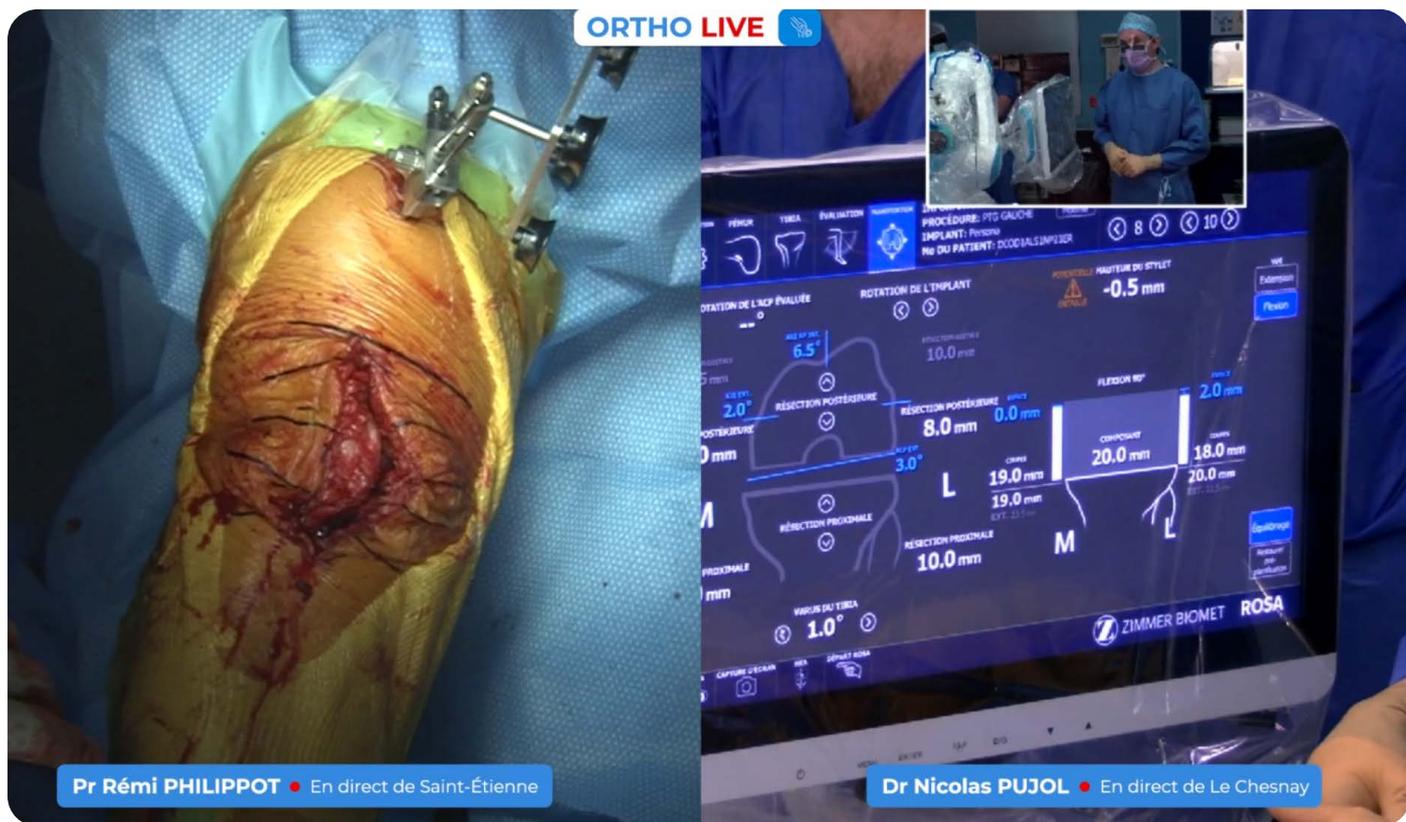


Figure 1 - Acquisitions des points de repère (1)

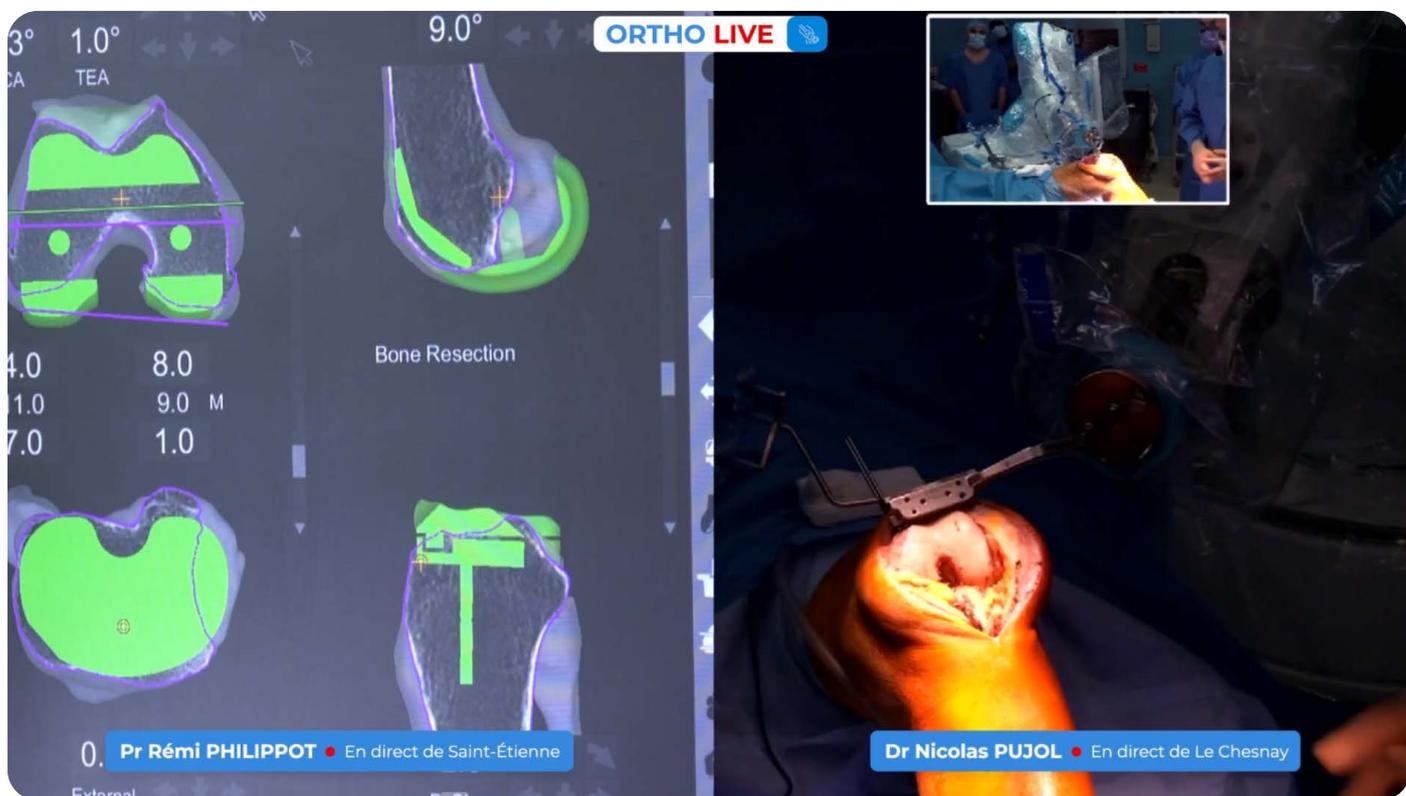


Figure 2 - Acquisitions des points de repère (1)

● UNE « CAPTIVITÉ » ENVERS UN INDUSTRIEL ?

Pour le moment, ces deux robots sont configurés pour être utilisés exclusivement avec les modèles de prothèse des industriels qui les distribuent. Ceci fait partie du modèle économique qu'ils ont ainsi établi. La problématique étant lorsqu'il faut changer radicalement d'implants (genou et parfois hanche) pour s'octroyer le droit de prétendre à un robot. L'autre problématique est que la disponibilité des ancillaires est limitée et que certains centres n'utilisent pas le robot dans tous les cas à cause de cela.

● COURBE D'APPRENTISSAGE ET REPRODUCTIBILITÉ ?

Ces robots sont utilisables par tous les chirurgiens, expérimentés et en phase de perfectionnement [6]. Les courbes d'apprentissage varient entre 20 et 50 patients selon les séries.

Au final, le temps opératoire supplémentaire n'est que de quelques minutes (5 à 10) par rapport à une technique utilisant un ancillaire standard.

La reproductibilité de la technique est bonne quelle que soit l'expérience du chirurgien.

● CONCLUSION

Cette chirurgie robotique est une étape supplémentaire d'amélioration de la compréhension des pathologies, de la personnalisation des indications et des techniques chirurgicales. Il s'agit à l'évidence d'une chirurgie du présent et du futur ; d'autres systèmes d'intelligence artificielle et de robotisation automatisée verront le jour et seront eux aussi à évaluer, à comparer.

Rémi PHILIPPOT, Nicolas PUJOL

Références

- [1] Behrend H, Giesinger K, Giesinger JM, Kuster MS. The « forgotten joint » as the ultimate goal in joint arthroplasty : validation of a new patient-reported outcome measure. *Arthroplasty*. 2012;27(3):430-436.e1. doi:10.1016/j.arth.2011.06.035.
- [2] Kort N, Stirling P, Pilot P, Müller JH. Robot-assisted knee arthroplasty improves component positioning and alignment, but results are inconclusive on whether it improves clinical scores or reduces complications and revisions: a systematic overview of meta-analyses. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2022;30(8):2639-2653. doi:10.1007/s00167-021-06472-4.
- [3] Hirschmann MT, Karlsson J, Becker R. Hot topic: alignment in total knee arthroplasty-systematic versus more individualised alignment strategies. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2018;26(6):1587-1588. doi:10.1007/s00167-018-4946-y.
- [4] Vermue H, Batailler C, Monk P, Haddad F, Luyckx T, Lustig S. The evolution of robotic systems for total knee arthroplasty, each system must be assessed for its own value: a systematic review of clinical evidence and meta-analysis. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2023;143(6):3369-3381. doi:10.1007/s00402-022-04632-w.
- [5] Griffin J, Davis ET, Parsons H, et al. Robotic Arthroplasty Clinical and cost Effectiveness Randomised controlled trial (RACER-knee): a study protocol. *BMJ Open*. 2023;13(6):e068255. Published 2023 Jun 9. doi:10.1136/bmjopen-2022-068255
- [6] Kort N, Stirling P, Pilot P, Müller JH. Robot-assisted knee arthroplasty improves component positioning and alignment, but results are inconclusive on whether it improves clinical scores or reduces complications and revisions: a systematic overview of meta-analyses. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2022;30(8):2639-2653. doi:10.1007/s00167-021-06472-4.



● Figure 3 - Discussion après la chirurgie

	Système d'Imagerie préopératoire	Présence d'un ingénieur en salle	Aide à la coupe	Contrôle des contours	Analyse des espaces dépendants	Encombrement du robot en salle	Courbe d'apprentissage
MAKO®	Basé sur l'imagerie	oui	Bras de robot haptique avec lame de scie	Oui	Oui, Manuelle	Encombrant	20 cas en moyenne
ROSA®	Possible avec ou sans	non	Lame de scie manuelle sur guide de coupe	Non	Oui, Manuelle	Encombrant	20 cas en moyenne

● Tableau 1 - Comparaison des deux systèmes (figures 1 et 2).

NDLR : ce texte est tiré de l'ouvrage « Les cahiers du cercle Nicolas Andry » n° 15, 2023, publié avec l'autorisation de l'éditeur Sauramps Médical.



QUELLE EST VOTRE ESPÉRANCE DE VIE EN BONNE SANTÉ ?

Par **Frédéric DUBRANA, Agathe YVINO, Marie FERNANDEZ, Hoël LETISSIER**
CHU Cavale Blanche, Service d'orthopédie, Brest

En 2007 l'un des auteurs écrivait [1] : « Opérer n'est pas un geste mécanique, c'est un choix humain qui contrairement à ce que l'on pense est unique au moment de la décision, un choix humain dont les conséquences morales et physiques sont fortes. Il existe une surmortalité des chirurgiens. L'IMS des cadres ou professions intellectuelles est 0,6, celui des chirurgiens et des ouvriers est de 1,2! » [2]. Pendant 15 ans, au gré des rencontres, il déclama haut et fort cette inquiétante vérité, porteuse de travail, de pseudo respectabilité et de mort.

Quinze ans plus tard, victime de l'effacement des données, du changement d'ordinateur et de l'oubli mémoriel du temps, il ne trouve plus la preuve de son assertion. Mais, s'il s'était trompé, s'il avait involontairement fabulé ! Que resterait-il de la dizaine d'orthopédistes morts, parfois jeunes, que nous avons côtoyé au cours de nos carrières ? De la fatalité aveugle et inéluctable ou du hasard malheureux ?

Vous verrez qu'au terme de cet article on aura assez de preuves pour effacer les doutes et les interrogations.

● POUR COMPRENDRE : QUELQUES CHIFFRES ET DÉFINITIONS

Dans un article du monde dans la rubrique *Pour comprendre* le journaliste Dorian Jullien écrivait : « Les Français vivent de plus en plus longtemps. En constante progression, l'espérance de vie est la durée de vie moyenne théorique d'un nouveau-né relatif aux conditions de mortalité de la période. Ainsi, une petite fille née en 2021 pourrait vivre en moyenne jusqu'à 85,4 ans, selon les conditions de mortalité actuelles, tandis qu'un garçon né la même année vivrait jusqu'à 79,3 ans, selon l'Institut national de la statistique et des études économiques (Insee). Depuis 1950, femmes et hommes ont gagné une quinzaine d'années. Cette progression générale cache toutefois des inégalités, non seulement entre les hommes et les femmes, mais aussi selon les catégories socioprofessionnelles (CSP). En témoigne, par exemple, l'espérance de vie des hommes aujourd'hui âgés de 35 ans, qui s'élève à 84 ans pour un cadre, soit 6,4 ans de plus que pour un ouvrier, d'après les conditions de mortalité entre 2009 et 2013. L'écart est encore plus important si l'on compare avec une femme cadre du même âge, qui peut espérer atteindre 88 ans en moyenne. » [3].

Par ailleurs, notons qu'à 62 ans, 25 % de la population française la plus pauvre est décédée alors que seule 5 % de la population française la plus riche est décédée [4].

Mais vivre plus longtemps ne signifie pas vivre en bonne santé. On est considéré en bonne santé si on n'est pas limité depuis au moins six mois, à cause d'un problème de santé, dans les activités que l'ont fait habituellement. Il existe un indicateur qui correspond à l'espérance de vie sans incapacité, aussi appelée espérance de vie en bonne santé : « En 2020, l'espérance de vie sans incapacité atteint 64,4 ans chez les hommes et 65,9 ans chez les femmes, selon l'Insee. Elle augmente légèrement, dans les mêmes proportions que l'espérance de vie. Cet âge théorique varie aussi en fonction des catégories socioprofessionnelles. Ainsi, 23 % des Français souffraient d'une limitation physique lors de leur première année de retraite en 2018, selon le ministère de la Santé. Une nouvelle fois, les plus touchés sont les ouvriers, 34 % sont contraints dans les activités de la vie quotidienne dès leur arrivée à la retraite. » [5].

Notons que les inégalités de durée de vie, à l'intérieur d'une même génération, ne sont pas corrigées par le système de retraite, comme le rappellent le Conseil d'orientation des retraites et le rapport de la DRESS de 2013. Cependant, de manière tacite, les régimes en tiennent compte, à travers les départs pour raison de santé ou d'incapacité : « Ces inégalités d'espérance de vie génèrent des différences de durée passée en retraite : 5,3 années de retraite séparent hommes et femmes et parmi les hommes, les cadres peuvent espérer percevoir leur retraite 2,8 années de plus que les ouvriers. Pour les femmes, à l'inverse, les différences de durée de retraite sont plus marquées entre cadres et ouvrières que les écarts de durée de vie. Leur amplitude est comparable à celle observée dans la population masculine. Les durées de retraite varient selon le secteur d'activité, elles sont plus élevées pour les retraités du secteur public. » [6].

En conclusion, retenons qu'il y a plus de dix ans d'écart d'espérance de vie entre

un homme ouvrier et une femme cadre et un peu moins pour la durée de retraite. En est-il de même pour les chirurgiennes et les chirurgiens ?

● LE CONSTAT HISTORIQUE

Au début du 19^e siècle, le Pr Johann Ludwig Casper de Berlin écrivait dans les *Annales d'hygiène publique* [7] : « Il résulte enfin de tables que je ferai connaître plus tard, combien la durée vitale des médecins est au-dessous de plusieurs autres professions. » ; « La mortalité parmi les médecins et les théologiens est comme 399 : 655 c'est-à-dire que sur 1000 médecins il n'y en a eu que 399 et sur 1000 théologiens 655 qui ont dépassé l'âge de 62 ans. De même que l'âge de 73 ans n'a été atteint que par 171 médecins, tandis que 327 théologiens y sont parvenus, etc. » [8] ; « Puisque les hommes qui l'exercent sacrifient, comme il a été démontré par des chiffres, ou du moins abrègent leur existence, afin de protéger celle de leurs concitoyens. » [9].

Pour Johann Ludwig Casper, les médecins mourraient de leur profession : « Il n'en est aucune qui, autant que la nôtre expose à des fatigues corporelles, à des influences fâcheuses de l'atmosphère, à des perturbations du repos de la nuit, à des veilles, à des irrégularités des repas, à des désordres de la digestion, à des affections morales de toutes espèces ; en un mot à un ensemble d'influence funeste continuellement alternant, et bien propres à saper peu à peu la santé. » [10].

Casper rejeta avec force cette assertion satirique, trop généralement répétée, que le sybaritisme abrège la vie des médecins. Le sybaritisme est une doctrine philosophique qui prône la recherche du plaisir, la religion chrétienne lui associe la luxure et l'indiscipline. Il est plaisant de noter que les religions condamnent les sybaritiques lors de la vie terrestre, leur réservant ces moments éternels de bonheur pour l'ailleurs et l'après. Casper, pour justifier son point de vue, fit une pirouette intellectuelle, en quittant les faits et engageant la réflexion sur un terrain polémique en opposant les villes à la campagne. En effet, les médecins de campagne qui trépassaient en moyenne à un âge moins avancé que les médecins de ville seraient-ils des sybaritiques alcooliques inavoués : « Dans le tableau qui a été exposé figurent beaucoup plus de médecins de campagne que de médecins de villes, et surtout de grandes villes. Or, accuser nos médecins de campagne de luxe et bonne chère serait une satire par trop amère, et que ne mérite pas une profession qui, ainsi que nous avons tâché de le prouver, a les

droits les mieux fondés à la reconnaissance publique... » [11].

Mais quelques années plus tard, William Ogle après l'analyse des causes de mortalités des médecins : alcoolisme, goutte, calculs, maladie digestives, insuffisance hépatique, s'opposa à l'interprétation des chiffres de Johann Ludwig Casper, pour lui les médecins mouraient tout simplement de bonnes chères et de différents abus : « Possibly the same explanation may account in some degree for the excessively high mortality of medical men from cirrhosis and other diseases of the liver, a mortality which is considerably more than twice as high as that of the general male population; but, see ingrown great also is the excess of mortality in the profession under such headings as gout, alcoholism, and calculus, not to speak of diseases of other digestive organs than the liver, it becomes difficult to resist the conclusion that the main part of the enormous mortality from hepatic diseases is due, despite the indignant protest of Professor Casper to the contrary, to the neglect on the part of medical men, as a body, of those wise rules of diet which they lay down for the guidance of their patients. » [12].

● TRAVAILLER POUR MOURIR ?

Dans un article publié en 2013 au titre provocateur *Worked to death* [13], deux auteurs expliquent que travailler plus de 55 h par semaine augmente chez les hommes le risque de mortalité comparé à ceux qui ont une activité de 35-40 heures : « These findings substantiate and add to the earlier studies indicating the deleterious impact of long working hours but also suggest that the effects are moderated by employment relations or conditions of occupation. The policy implications of these findings are discussed. »

Ceci est confirmé par une métaanalyse récente qui porte sur 60 000 patients issus de quatre pays, elle suggère qu'il existe un risque plus élevé de décès de causes cardiovasculaires si on travaille plus de 55 heures par semaine [14] : « Follow-up of 50 health outcomes in four European countries suggests that working long hours is associated with an elevated risk of early cardiovascular death and hospital-treated infections before age 65. Associations, albeit weak, were also observed with diabetes, musculoskeletal disorders, and injuries. In these data working long hours were not related to elevated overall mortality. »

Plus récemment, d'autres travaux ont souligné les mécanismes physiopathologiques

[15] : « The recent pooled analyses suggest that increased cardiac electric instability and hypercoagulability might play a role. The evidence that long working hours is a risk factor for cardiovascular disease is accumulating and suggests a small risk. Studies on the effects of long working hours in high-risk populations and those with pre-existing cardiovascular disease, mechanistic research, and intervention studies are needed to advance this research field. »

Ces articles corroborent les revendications récentes des médecins anesthésistes brestois qui, dans un bras de fer avec leur direction, remettent en cause les heures additionnelles les faisant travailler plus de 44 h : « Malgré toute notre bonne volonté, il nous est impossible de continuer à assurer la totalité des missions qui nous incombent sans la moindre perspective de recrutement. Les perspectives étant grevées, de plus, par une concurrence féroce, au niveau de l'attractivité pour nos jeunes collègues anesthésistes-réanimateurs, des centres hospitaliers publics de notre région. C'est pourquoi nous avons décidé de ne plus réajuster d'heures supplémentaires depuis le lundi 4 septembre et de fournir 44 h de travail hebdomadaire pour assurer la permanence de soins (5 lignes de garde plus 1 astreinte par jour) mais aussi la prise en charge des patients les plus urgents, en particulier de cancérologie. La décision d'arrêt du temps de travail additionnel a fait suite à un épuisement ressenti par les anesthésistes-réanimateurs depuis plusieurs mois et par la crainte de voir nos effectifs s'amointrer encore avec des départs ou des arrêts maladie. L'urgence d'instaurer un tel mouvement était réelle, nos craintes étant que la situation ne s'aggrave encore un peu plus si rien n'était fait. » [16].

● LES MÉDECINS

Avant d'envisager une finitude prématurée par excès de travail, il nous faut répondre à la question simple : sommes-nous une profession en bonne santé ? Malheureusement, peu d'articles concernent directement les chirurgiens orthopédistes, mais on trouve dans la littérature des articles généralistes sur le risque de la profession de chirurgiennes et de chirurgiens.

1. Mortalité en Pologne des chirurgiennes et des chirurgiens [17]

Dans cette étude polonaise portant sur 189 459 médecins qui ont été recensés à partir du registre central des médecins. On note 6 496 décès de médecins et de dentistes entre le 1^{er} janvier 2010 et le 30 juin

2014, dont 722 chirurgiens. Les conclusions de l'article sont les suivantes :

- La durée de vie moyenne des femmes chirurgiennes est nettement inférieure à l'espérance de vie moyenne des femmes de la population générale.
- Les chirurgiens de sexe masculin vivent plus longtemps que la moyenne de la population masculine générale.
- Toutefois, la durée de vie est significativement inférieure à l'espérance de vie attendue des autres personnes ayant fait des études supérieures : six ans de moins pour les hommes et 9 ans de moins pour les femmes.

2. Problèmes des personnalités chirurgicales psychopathiques

Le *Time Magazine*, à partir du livre du psychologue Kevin Dutton *The Wisdom of Psychopaths: What Saints, Spies, and Serial Killers Can Teach Us About*, a listé les professions qui comptent le plus de psychopathes [18]. Les chirurgiens décrochent la cinquième place, juste devant les journalistes. Pour commencer, un psychopathe n'est pas obligatoirement quelqu'un qui va vous découper à la tronçonneuse, précise Eric Barker, journaliste au *Time Magazine*, ce sont des personnalités qui ont souvent un ego surdimensionné, qui n'admettent la contestation qu'avec parcimonie et qui masquent leurs émotions. Dans l'article, ils ont classé les professions en deux groupes les moins et les plus psychopathes. Parmi les professions les plus psychopathes, on trouve : les chefs d'entreprises, les avocats, les animateurs de télévision et les chirurgiens... Parmi les moins psychopathes, on a : les aides à domicile, les infirmières, les médecins et les travailleurs sociaux... Mais, pas d'inquiétude car, selon le Larousse, « la psychopathie est un état de déséquilibre psychologique caractérisé par des tendances sociales sans déficit intellectuel ni atteinte psychotique. »

Dans une étude plus sérieuse, J. Pegrum et O. Pearce, dans *The Bulletin of the Royal College of Surgeons of England* [19], ont étudié les traits de personnalités en utilisant comme questionnaire la forme abrégée de l'inventaire de personnalité psychopathique (PPI-SF). En novembre 2012, 420 membres du personnel consultant de 6 hôpitaux ont reçu une lettre de motivation leur demandant de suivre le lien intégré vers le questionnaire. Les chirurgiens et les pédiatres ont obtenu les scores les plus élevés au PPI-SF, avec des scores de 138 et 148 les classant dans les personnalités psychopathiques. Trois facteurs de risques caractérisent les chirurgiens, deux

intrinsèques au score PPI-SF, l'immunité au stress et l'intrépidité. Un facteur extrinsèque augmente le risque, la fonction universitaire, les personnalités psychopathiques les plus fréquentes se trouvent chez les chirurgiens qui ont une fonction universitaire !

3. Les chirurgiens anglo-saxons

Il existe de nombreuses publications s'intéressant à l'épuisement au travail chez les chirurgiens américains, l'une des plus citées est celle de Tait D Shanafelt et coll. *Burnout and career satisfaction among American surgeons* [20]. Cette étude a montré que : « Sur les 24 922 chirurgiens échantillonnés, 7905 (32 %) ont répondu au sondage. Les intervenants pratiquaient depuis 18 ans, ils travaillaient 60 heures par semaine et étaient de garde 2 nuits/semaine (valeurs médianes). Dans l'ensemble, 40 % des chirurgiens répondants étaient épuisés, 30 % présentaient des symptômes de dépression et 28 % avaient un score de qualité de vie mentale > 1/2 écart-type inférieur à la norme de la population. »

La conclusion des auteurs est la suivante : « L'épuisement professionnel est courant chez les chirurgiens américains et constitue le principal indicateur de la satisfaction des chirurgiens à l'égard du choix de carrière et de spécialité. »

Dans une revue systématique portant sur 71 articles, les auteurs [21] concluent : « Les chirurgiens ont une prévalence élevée d'épuisement professionnel, de morbidité psychiatrique et de dépression, avec des taux d'idées suicidaires plus élevés que la population générale. Les facteurs professionnels contribuent de manière significative à ces phénomènes. Bien que les facteurs personnels et familiaux soient protecteurs, ils sont érodés par l'impact écrasant des facteurs professionnels. »

4. Les troubles musculosquelettiques

Dans un article du *Quotidien du médecin* d'avril 2023, le Dr Isabelle Catala, en s'inspirant des études nord-américaines, pense que 90 % des chirurgiens orthopédistes souffrent de troubles musculosquelettiques (TMS) [22] : « Alors qu'une très grande majorité des chirurgiens orthopédistes souffre de troubles musculosquelettiques, les praticiens français ne se sont pas encore appropriés ce sujet dans sa dimension prévention. Un retard qui se paye en perte d'habileté per-procédurale et en arrêt de travail... Conséquence prévisible : le rachis souffre tout comme les articulations et les tendons. Interrogés sur le sujet des TMS, les orthopédistes parlent d'aggravation de lésions préexistantes et de patho-

logies de novo. Les auteurs des articles insistent aussi sur les risques d'absentéisme liés aux douleurs et surtout — comme c'est souvent le cas aux États-Unis — sur les risques d'erreurs médicales (par perte de l'habileté manuelle ou générale) et les procès qui en découlent... »

Dans les pays anglo-saxons, les études montrent que : « L'affection la plus fréquemment signalée était la lombalgie (56 %), suivie de la cervicalgie (42 %), de la tendinite de la coiffe des rotateurs (33 %), du syndrome du canal carpien (33 %). D'autres affections étaient rapportées par 32 % des personnes interrogées : épicondylite latérale (30 %), fasciite plantaire (29 %) et arthrose de l'articulation basilaire (28 %). Les atteintes signalées par moins de 30 % des répondants comprenaient le syndrome du tunnel cubital, la sciatique, la radiculopathie lombaire, la radiculopathie cervicale, le doigt à ressort, la tendinite du biceps, la ténosynovite de De Quervain, l'épicondylite médiale et l'atteinte de l'articulation acromio-claviculaire. Proportionnellement, les chirurgiens hommes ont rapporté des taux plus élevés d'épicondylite médiale ($p = 0,040$), d'épicondylite latérale ($p \leq 0,001$), de lombalgie ($p = 0,001$) et de radiculopathie lombaire ($p = 0,001$) que les chirurgiennes femmes. » [23-25].

Depuis 2010, une dizaine de thèses ont été écrites sur la prévention et la prise en charge des troubles musculosquelettiques chez les chirurgiens-dentistes français, mais aucune étude porte sur les chirurgiens. Pour pallier ce manque de données, nous avons lancé, au CHU de Brest, une enquête nationale pour connaître le taux exact de TMS en France en 2023.

L'agence nationale pour l'amélioration des conditions de travail (Anact) a publié un rapport en 2022 sur la photographie statistique de la sinistralité au travail en France selon le sexe entre 2001 et 2019 [26]. Dans ce rapport, elle précise que 88 % des maladies professionnelles déclarées sont des TMS ; il existe un indice de gravité des maladies professionnelles = somme des taux d'IPP sur la somme des heures de travail x 1 000 000. L'indice de gravité est de 0,3 chez les cadres et de 14,3 chez les ouvriers et l'indice de fréquence qui correspond au nombre de maladies sur le nombre d'heures travaillées x 1 000 000, est de 2,7 chez les cadres et de 32,4 chez les ouvriers. On peut penser que chez les chirurgiens, l'indice de fréquence rejoindra celui des ouvriers et que celui de gravité — en l'absence de reconnaissance de leurs pathologies — sera très bas, se rapprochant de celui des cadres.

5. Les universitaires

Dans une étude récente, Martin Dres et coll. [27] se sont intéressés au corps professoral des hôpitaux universitaires en France : « *Il existe une forte prévalence des symptômes d'épuisement professionnel, de tension au travail et d'idées suicidaires. Des efforts visant à développer des services de soutien au corps professoral dans chaque hôpital universitaire sont clairement nécessaires. Les jeunes professeurs ont été les plus durement touchés. Leurs intentions, fréquemment exprimées, de changer de parcours professionnel, constituent un signal d'alarme retentissant pour les hôpitaux universitaires quant à leur capacité future à recruter des collaborateurs performants. Les hôpitaux universitaires et les administrateurs qui les gèrent doivent s'attaquer à la forte baisse actuelle de l'attractivité de l'emploi dans leurs établissements. De plus, des stratégies visant à renforcer la promotion du soutien mutuel, du respect mutuel et de l'équilibre travail-vie personnelle sont justifiées.* »

6. L'étude française

En 2019 l'équipe de Laurent Obert a publié la seule étude française s'intéressant spécifiquement aux chirurgiens orthopédistes : *Are French orthopaedic and trauma surgeons affected by burnout? Results of a nationwide survey* [28]. Les conclusions de G. Faivre et coll. sont sans appel : « *Malgré un taux de réponse de seulement 23 % (n = 441/1900), la présente étude met en lumière les taux d'épuisement professionnel chez les chirurgiens orthopédistes français, avec 39 % de symptômes d'épuisement professionnel et 10 % d'épuisement professionnel sévère. L'épuisement professionnel a un impact sur la vie personnelle et professionnelle, avec une augmentation des idées suicidaires et une qualité de vie altérée. Les présents résultats confirment l'importance du dépistage et du traitement chez les prescripteurs de soins.* »

7. Les addictions

Les chirurgiens et plus particulièrement les chirurgiennes ont une tendance sybaritique préférant se détendre ici et maintenant plutôt qu'ailleurs et après, on ne sait jamais ! Les études sur la consommation alcoolique sont nombreuses et, depuis une décennie maintenant, elles intéressent plus particulièrement les chirurgiennes.

Une étude allemande précise que le taux de buveurs excessifs est plus élevé chez les médecins hospitaliers en Allemagne que dans la population générale. Cependant, certains médecins hospitaliers boivent de

manière hasardeuse, le risque étant plus élevé chez les hommes et chez les chirurgiens [29].

En Belgique, Joos et coll. rapportent une alcoolisation ponctuelle importante [30] notamment chez les chirurgiennes : « *In addition, female surgeons had very high rates of monthly binge drinking compared with other (female) specialists* ». Cette étude est confirmée par Rosta et coll. qui notent en Norvège une alcoolisation hasardeuse importante chez les chirurgiennes [31] : « *Female surgeons practising in Norway drink more frequently and more hazarously than other female doctors. There are a number of possible explanations for this. Surgical culture may be an important factor.* »

En Inde, des recommandations ont été publiées par Bhattacharya et coll. [32]. Elles sont simples à suivre ; ils proposent, comme pour les pilotes d'avion, pas d'alcool dans les 12 h avant la chirurgie : « *As Rule 24 of the Aircraft Rules states that the pilot and the crew members are not allowed to consume alcohol 12 hours before the commencement of a flight, the same rule should be applicable for surgeons where no alcohol consumption should be the dictum for 12 hours preop* ». L'Indian Medical Association a émis un avis selon lequel les médecins doivent s'abstenir de boire avec des non-médecins dans les lieux publics et que la limite de sécurité devait être de 18 ml pour les hommes médecins et de 9 ml pour les femmes médecins.

CONCLUSION

Notre métier nous use physiquement, psychologiquement, et certains d'entre nous ont des traits de personnalités et de fragilités conférant à la psychopathie. D'autres, une grande majorité, subissent l'épuisement au travail, le stress au travail et ont parfois des idées suicidaires.

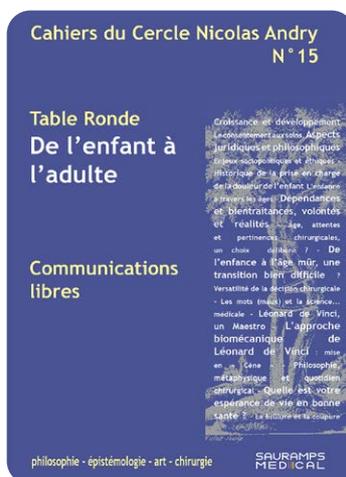
Nos habitudes de vie, surtout semble-t-il pour nos jeunes consœurs, sont sous la surveillance des épidémiologistes. Nous buvons trop, de manière : excessive, hasardeuse et parfois chronique. Mais avant tout, notre métier est en danger, un danger que nous connaissons, que nous reconnaissons facilement chez les autres. Nous travaillons trop, car faire plus de 60 heures de travail par semaine est peut-être un but en soi (argent, notoriété, puissance, invocation divine, demande des malades...) mais ce n'est aucunement un facteur de vieillissement en bonne santé. Pour ceux qui doute et qui ont plus de 50 ans faite cette expérience : fermer les yeux et penser aux collègues que vous avez côtoyés et qui sont déjà mort, vous pouvez élargir et remonter aux 10 premières années de retraite de vos collègues et de vos patrons !

En conclusion, nos conseils seront simples et l'arrivée de nos jeunes consœurs doit être un signal fort qui augure d'un changement, prenons tous ensemble le bon chemin :

- Ne pas se tuer au travail et éviter de mourir en travaillant, pire solitaire dans notre bureau.
- Privilégier une vie familiale de qualité.
- Travailler en équipe.
- Respectons les autres et arrêtons de combattre les administratifs. N'oubliez pas : qu'ils gèrent des millions (proche du milliard) qu'ils doivent coordonner des centaines de femmes et d'hommes à très haut potentiel, des hommes et des femmes qui ont fait en durée le double de leurs études ! N'oublions pas qu'ils subissent de plein fouet la pression de plans gouvernementaux souvent variables et une surveillance constante des ARS.
- Boire raisonnablement (messieurs et mesdames) et jamais dans les 8 h qui précèdent une intervention. Attention les 12 h si vous êtes un chirurgien indien ; pour les Français on s'accorde le verre solitaire de la veille au soir.
- Bien dormir.
- Si vous faites une carrière universitaire, donner une réalité à votre triple mission, et imposer à l'hôpital que 50 % de votre temps soit universitaire. Si vous le souhaitez et si vous le pouvez, évitez un arrêt prolongé à la fonction de MCU-PH qui manque cruciallement de reconnaissance administrative et financière.

Commençons et continuons...

Frédéric DUBRANA et al.



Références

[1] Thèse de philosophie des sciences : Signification du corps en chirurgie. Frédéric Dubrana. ANRT. LILLE. Réf : 6342. 2009 : « La chirurgie ne guérit pas, elle ajoute, elle enlève, elle redresse, elle améliore, mais rien ne sera jamais plus comme avant ; la cicatrice chirurgicale conteste la restitutio ad integrum. Cette thèse clarifie la nature de l'acte chirurgical, car opérer, ce n'est pas qu'un geste mécanique, c'est un choix humain qui reste unique au moment de sa décision. Il apparaît que c'est l'introduction de l'humain (corps et âme) dans la médecine qui a transformé le geste opératoire mécanique en un acte médical porte par l'histoire et dont la justification fut mythologique, judiciaire, technique et scientifique. Ce travail montre que l'acte chirurgical, qui ne semblait justifiable qu'à travers l'œil du médecin, est une inextricable réponse à un problème scientifique et moral. Cette thèse soulève la problématique de la chirurgie moderne, qui en bradant l'inaliénable et l'invendable : la valeur humaine, peut se situer hors du champ médical. Ces approches montrent que la chirurgie n'est pas une course à la greffe du visage où les chirurgiens n'envisageraient que postérité et paillettes cannoises, elle est portée par l'humanité chirurgicale. L'humanité, c'est le fil rouge de ce travail. Elle éclaire, plus particulièrement, trois des thèmes principaux de cette thèse : l'hypothèse des Amazones, le parangon des fourmis et le thanatos. Elle apparaît pour celui qui la cherche comme une constante de l'archéologie médicale, comme le ciment de cette activité ; elle franchit, du Code d'Hammurabi au Code de Nuremberg, les barrières du temps et de l'espace. »

[2] L'indice standardisé de mortalité (ISM) est calculé, pour un groupe donné, comme le rapport entre le nombre de décès effectivement observés sur une période donnée et le nombre de décès qui seraient survenus au cours de cette même période si ce groupe avait été soumis à la mortalité par âge de l'ensemble de la population. Un rapport supérieur à 1 s'interprète comme une surmortalité dans le groupe.

[3] https://www.lemonde.fr/les-decodeurs/article/2023/01/04/reforme-des-retraites-apres-65-ans-quelle-est-l-esperance-de-vie-des-francais-et-en-quelle-sante_6156582_4355770.html

[4] Savinien de Rivet et Alice Clair publié le 1^{er} décembre 2021 à 15h22, journal Libération. <https://www.liberation.fr/societe/a-lage-de-la-retraite-25-des-plus-pauvres-sont-deja-morts-20211201.ZPDCETHANSFA-V5L26524QHTQR2E/>

[5] https://www.lemonde.fr/les-decodeurs/article/2023/01/04/reforme-des-retraites-apres-65-ans-quelle-est-l-esperance-de-vie-des-francais-et-en-quelle-sante_6156582_4355770.html

[6] <https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/sites/default/files/2020-08/dss40.pdf>

[7] Annales d'hygiène publique et de médecine légale. De la durée vitale probable chez les individus qui exercent la profession

de médecin. Pr Casper. Série 1, n° 11. Paris : Jean-Baptiste Baillière ; 1834.

[8] Ibid. p.382

[9] Ibid. p.383

[10] Ibid. p.383-384

[11] Ibid. p.384

[12] Statistics of mortality in the medical profession. William Ogle. Received October 15th, 1886-Read January 26th, 1886. https://ia600708.us.archive.org/view_archive.php?archive=/22/items/crossref-pre-1909-scholarly-works/10.1177%252F095952876905200106.zip&file=10.1177%252F095952876905200112.pdf

[13] Worked to death? A census-based longitudinal study of the relationship between the numbers of hours spent working and mortality risk. Dermot O'Reilly, Michael Rosato. Int J Epidemiol. 2013 Dec;42(6):1820-30.

[14] Ervasti J, Pentti J, Nyberg ST, Shipley MJ, Leineweber C, Sørensen JK, Alfredsson L, Bjorner JB, Borritz M, Burr H, Knutsson A, Madsen IEH, Magnusson Hanson LL, Oksanen T, Pejtersen JH, Rugulies R, Suominen S, Theorell T, Westerlund H, Vahtera J, Virtanen M, Batty GD, Kivimäki M. Long working hours, and risk of 50 health conditions and mortality outcomes: a multicohort study in four European countries. Lancet Reg Health Eur. 2021 Sep 6; 11:100212. doi: 10.1016

[15] Virtanen M, Kivimäki M. Long Working Hours, and Risk of Cardiovascular Disease. Curr Cardiol Rep. 2018 Oct 1;20(11):123.

[16] Extrait d'une lettre d'information qui a été envoyé aux chirurgiens brestois, trois semaines après le début du mouvement des anesthésistes.

[17] Mitura K., Koziel S., Komor K.: Can a surgeon live his whole life? Analysis of the risk of death related to pursuing the profession. Pol Przegl Chir 2018; 90 (1): 18 - 24.

[18] Kevin Dutton, The Wisdom of Psychopaths: What Saints, Spies, and Serial Killers Can Teach Us About. Editeur : Scientific American, Farrar, Strauss, Giroux, 2013. <https://time.com/32647/which-professions-have-the-most-psychopaths-the-fewest/>

[19] <https://publishing.rcseng.ac.uk/doi/10.1308/rcsbull.2015.331>

[20] Shanafelt TD, Balch CM, Bechamps CJ, Russell T, Dyrbye L, Satele D, Collicott P, Novotny PJ, Sloan J, Freischlag JA. Burnout and career satisfaction among American surgeons. Ann Surg. 2009 Sep;250(3):463-71. doi: 10.1097/SLA.0b013e3181ac4dfd. PMID: 19730177.

[21] Oskrochi Y, Maruthappu M, Henriksen M, Davies AH, Shalhoub J. Beyond the body: A systematic review of the nonphysical effects of a surgical career. Surgery. 2016 Feb;159(2):650-64. doi: 10.1016/j.

surg.2015.08.017. Epub 2015 Oct 1. PMID: 26431813.

[22] <https://www.lequotidiendumedecin.fr/hopital/conditions-de-travail>

[23] Occupational injuries and burn out among orthopedic oncology surgeons. Alaseem A, Turcotte R, Ste-Marie N et coll. World J Orthop. 2022 Dec 18; 13(12): 1056- 1063. doi: 10.5312/wjo. v13.i12.1056.

[24] A Survey of Musculoskeletal Disorders in the Orthopaedic Surgeon: Identifying Injuries, Exacerbating Workplace Factors, and Treatment Patterns in the Orthopaedic Community. Swank K, Furness J, Baker E et coll. J Am Acad Orthop Surg Glob Res Rev. 2022 May; 6(5): e20.00244. doi: 10.5435/JAAOSGlobal-D-20-00244.

[25] Work-related musculoskeletal injuries among upper extremity surgeons: A web-based survey. Alzahrani M, Algahtani S, Pichora D et coll. World J Orthop. 2021 Nov 18;12(11):891-898. doi: 10.5312/wjo. v12.i11.891.

[26] <https://www.anact.fr/photographie-statistique-de-la-sinistralite-au-travail-en-france-se-lon-le-sexe>

[27] Dres M, Copin MC, Cariou A, Mathonnet M, Gaillard R, Shanafelt T, Riou B, Darmon M, Azoulay E. Job Strain, Burnout, and Suicidal Ideation in Tenured University Hospital Faculty Staff in France in 2021.

JAMA Netw Open. 2023 Mar 1;6(3): e233652. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2023.3652. PMID: 36976563; PMCID: PMC10051074.

[28] Favre G, Marillier C, Nallet J, Nezelof S, Clment I, Obert L. Are French orthopedic and trauma surgeons affected by burnout? Results of a nationwide survey. Orthop Traumatol Surg Res. 2019 Apr;105(2):395-399. doi: 10.1016/j.otsr.2018.12.009. Epub 2019 Feb 25. PMID: 30819660.

[29] Rosta J. Hazardous alcohol use among hospital doctors in Germany. Alcohol Alcohol. 2008 Mar-Apr;43(2):198-203. doi: 10.1093/alcalc/ agm180. Epub 2008 Jan 21. PMID: 18208862.

[30] Joos L, Glazemakers I, Dom G. Alcohol use and hazardous drinking among medical specialists. Eur Addict Res. 2013;19(2):89-97. doi: 10.1159/000341993. Epub 2012 Nov 1. PMID: 23128570.

[31] Rosta J, Aasland OG. Female surgeons' alcohol use: a study of a national sample of norwegian doctors. Alcohol Alcohol. 2005 Sep-Oct;40(5):436-40. doi: 10.1093/alcalc/ agh186. Epub 2005 Jul 25. Erratum in: Alcohol Alcohol. 2005 Nov-Dec;40(6):590. PMID: 16043434.

[32] Bhattacharya K, Bhattacharya N. Alcoholism among Surgeons-Is It a Hidden Hazard? Indian J Psychol Med. 2023 Mar;45(2):204-206. doi: 10.1177/02537176221081780. Epub 2022 May 1. PMID: 36925485; PMCID: PMC10011852.



LA RÉDACTION POUR LA RECHERCHE EN SANTÉ

Par **Rémi KOHLER**, Professeur émérite, membre du comité d'éthique d'OTSR

C'est une refonte complète et augmentée des 5 éditions successives des précédents livres de Hervé Maisonneuve et collaborateurs « *La rédaction médicale* », parus entre 1990 et 2010. Il comporte 35 chapitres en 6 parties, intégrant les évolutions récentes — et majeures — du système des publications ; il s'adresse à tous les professionnels de santé. La préface du président de la conférence nationale des doyens de médecine insiste sur la valorisation des recherches par la publication qui passe par l'importance du « savoir écrire » mais aussi par le respect de principes éthiques essentiels. Ce livre paraît le 9 novembre et sera donc « tout chaud » lors du congrès !

LES AUTEURS

Hervé Maisonneuve, médecin de santé publique, a coordonné l'ouvrage et en est l'auteur principal. Rappelons qu'il est membre du Comité d'éthique d'OTSR et très actif pédagogue auprès de notre société sur les questions de rédaction médicale et d'intégrité scientifique (il écrit des chroniques régulièrement dans la lettre du CNP-COT et a codirigé 2 dossiers du BOF) ; il a communiqué dans plusieurs de nos congrès (Tables rondes de « rédaction médicale »).

Marie-Eve Rougé-Bugat, Professeure en médecine générale à Toulouse, a apporté son expérience de rédactrice de revues.

Evelyne Decullier, docteure en statistiques à Lyon, a apporté ses compétences méthodologiques et son expérience en intégrité scientifique.

LE LIVRE

On en fera bien sûr une analyse détaillée dans une prochaine lettre de la SOFCOT ; résumons ici son contenu à partir du sommaire, très détaillé. La forme des chapitres, concis et écrits comme des fiches pratiques en rend la lecture agréable.

Le chemin de la recherche, de l'idée à la publication, est décrit pour permettre d'optimiser le temps afin de diffuser le plus vite possible des résultats. Méthodologie de la recherche clinique, gestion des



À paraître le 9 novembre 2023 : *La rédaction pour la recherche en santé. Un guide pratique pour vos publications*. Doin, Paris, Collection Méthodo, 336 pages, 42 €

données, éthique, recherche responsable, recherche documentaire sont les bases pour réussir des projets. Les bases du style scientifique (l'absence de style) complètent la première partie du livre.

La partie la plus importante concerne l'article de recherche avec son plan IMRaD qui suit une logique : pourquoi et comment j'ai fait ce travail ? Qu'ai-je observé avant de discuter mes démarches ? Faire des illustrations faciles à comprendre, trouver un titre attractif et résumer son article s'apprennent avec quelques règles simples. Le résumé visuel est devenu indispensable pour ensuite l'envoyer sur la toile par les réseaux sociaux.

La thèse d'exercice et « savoir présenter et bien utiliser les cas cliniques » constituent la troisième partie. Tous les autres formats de publications sont abordés, de la revue de la littérature (de préférence systématique), *aux data papers*, aux études qualitatives, vidéos et autres modes de communication par les réseaux sociaux. Une place est dédiée aux essais cliniques académiques et industriels qui répondent aux mêmes recommandations.

La partie « **écrire et publier en pratique** » décrit le fonctionnement des journaux et guide les auteurs pour mieux interagir avec les rédacteurs en chef : qualité d'auteurs, *peer review*, instructions aux auteurs de ICMJE à EQUATOR et autres particularités. Un chapitre concerne les journaux de langue française avec leurs atouts et difficultés ; ce sont des outils de formation très utilisés.

La dernière partie aborde **la communication de la recherche**, en particulier en congrès, de l'abstract au poster et à la communication orale. Accès ouvert, *preprints*, archives ouvertes changent les comportements des chercheurs qui doivent en maîtriser les règles. La problématique des journaux prédateurs, de l'inflation d'articles nécessitent de bien informer les auteurs et les pièges doivent être connus. Le dernier chapitre ouvre sur les nouveaux moyens de communication, voire pose le problème de la disparition de l'article scientifique, voire des journaux...

C'est un travail considérable que seul pouvait conduire et mener à bien Hervé Maisonneuve, notre dorénavant « collègue » de la SOFCOT ! Il faut le remercier pour ce livre qui sera, pour plusieurs années certainement, LA nouvelle référence pour « bien écrire » et ainsi mettre en valeur les travaux de nos équipes.

Rémi KOHLER

Hôpital du Sacré-Cœur, Montréal, Canada



RAPPORT DE MOBILITÉ INTERNATIONALE UNE ANNÉE À L'HÔPITAL DU SACRÉ-CŒUR, MONTREAL, CANADA

**CENTRE INTÉGRÉ UNIVERSITAIRE DE SANTÉ ET DE SERVICES
SOCIAUX (CIUSS) DU NORD DE L'ÎLE DE MONTRÉAL,
UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL, QUÉBEC, CANADA**

**Mars 2022
/ Février 2023**

Par **Claire BASTARD**, Paris, Boursière SOFCOT, session 2022 • CCA, Service de Chirurgie orthopédique et traumatologique du Pr Sautet, Hôpital Saint-Antoine, Paris • Ancienne assistante spécialiste (2020-2022), Service de Chirurgie orthopédique et traumatologique du Pr Flouzat Lachaniette, Hôpital Henri Mondor, Créteil

Depuis mon externat, mon but était de faire une carrière hospitalo-universitaire et cela s'est confirmé lors de mon internat. Je me suis spécialisée en chirurgie du membre supérieur lors de mon assistantat à l'hôpital Henri Mondor. C'est dans ce cadre que s'inscrivait une année de mobilité que je souhaitais faire à l'étranger. J'ai rencontré le Dr Rouleau lors du congrès de la SFA en décembre 2019 qui m'a parlé du fellowship en chirurgie avancée du membre supérieur existant dans son service. J'ai donc soumis ma candidature pour mon fellowship en décembre 2019 et ma candidature a été acceptée en février 2020. En effet, les démarches administratives pour venir faire un fellowship clinique au Canada durent environ 18 mois. Elles comportent la vérification officielle des diplômes de docteur en médecine et de chirurgie, ce qui est la démarche la plus longue. Un livret explicatif des démarches est envoyé au préalable par l'Université de Montréal et facilite le processus. J'ai débuté mon année à Montréal en tant que moniteur clinique le 14 mars 2022 qui était la date initiale prévue. J'ai été accueillie dans le service de chirurgie orthopédique et traumatologique de l'Hôpital du Sacré Cœur faisant partie du CIUSSS du Nord de l'île de Montréal (Figure 1) et, plus particulièrement, dans l'unité du membre supérieur

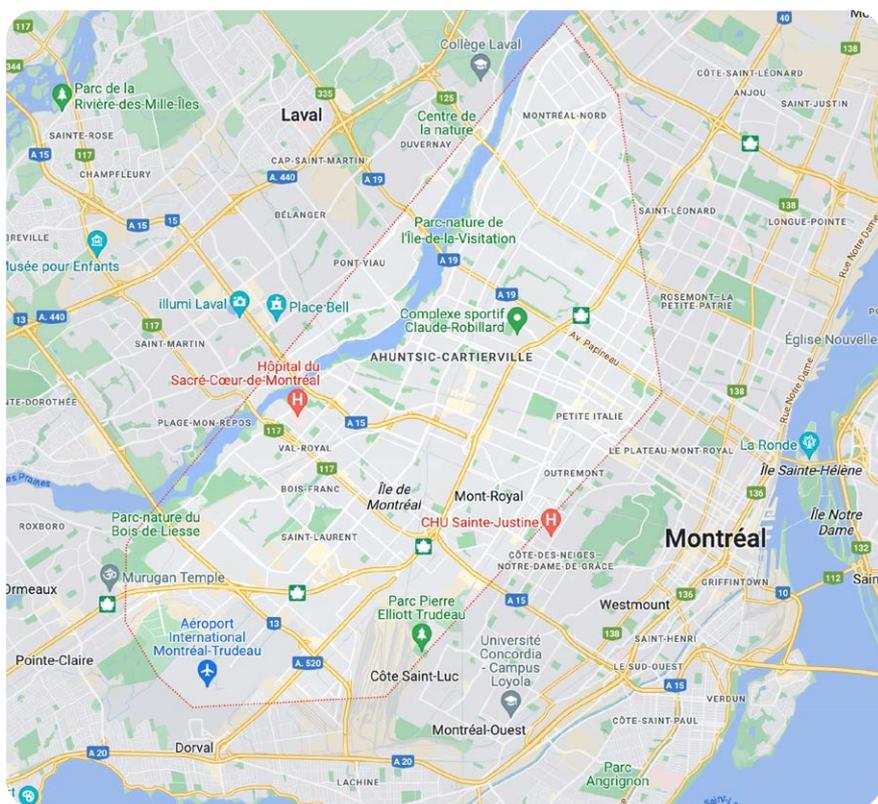


Figure 1 - Le CIUSS du nord de l'île de Montréal représenté par la zone entourée de rouge.

dirigée par les Docteurs Dominique Rouleau et Emilie Sandman (Figure 2). À Montréal, le nord est déterminé par rapport au fleuve Saint Laurent et pas par les points cardinaux classiques.

L'objectif premier de cette année de mobilité était de parfaire mes connaissances en chirurgie du membre supérieur. La partie clinique de ces 12 mois consistait à suivre les consultations et les interventions des chirurgiens du membre supérieur et, également, à réaliser des gardes en chirurgie traumatologique. J'ai aussi eu l'opportunité de m'impliquer activement dans des travaux de recherche dirigés par le Docteur Rouleau, me permettant de rédiger et publier des articles scientifiques et de faire des communications orales lors de congrès internationaux.

● SEMAINE TYPE DU FELLOWSHIP

- 2 jours de consultation : examen clinique en solo du patient, révisé avec le patron pour tous les cas.
- 2 journées opératoires : aide opératoire ou premier opérateur selon les cas (en moyenne un cas sur deux). Un technicien du laboratoire était toujours présent en salle d'intervention pour les chirurgies prothétiques, y compris pendant les gardes du soir et du weekend.
- 1 journée recherche avec thématiques épaule et coude : consultations de suivi, recueil de données, écriture d'articles. Présence de deux attachées de recherche (pour le recueil de dossiers, l'évaluation et le rappel des patients) et d'une statisticienne.
- 1 garde de *faisant fonction de résident* de 17h à 8h. Patron toujours joignable et présent au bloc. Récupération possible si travail au bloc après minuit. Rémunération de 100 \$ en semaine et 150 \$ WE et jours fériés (gardes de 24h).

L'activité programmée regroupait l'ensemble de la chirurgie du membre supérieur, de la chirurgie arthroscopique à la chirurgie prothétique de l'épaule et du coude, mais également de la chirurgie main-poignet.

Au Québec, la RAMQ (Régime de l'Assurance Maladie du Québec) est l'équivalent de notre sécurité sociale. Les patients sont pris en charge à l'hôpital public par la RAMQ à 100 %. En privé, la RAMQ ne rembourse aucun soin et les patients doivent tout payer de leur poche ou grâce à des assurances privées, avec des montants allant de 10 000 à 40 000 \$. Le délai opératoire

est très long à l'hôpital public au Québec allant de 1 à 2 ans tandis que les délais en privé peuvent être de 1 à 2 semaines.

Les chirurgiens sont payés à l'acte que ce soit en public ou en privé.

Liste non exhaustive des interventions couramment réalisées au CIUSSS du Nord de l'île de Montréal :

- Chirurgie prothétique de l'épaule et du coude : PTEI, PTE, PTC ; reprise de prothèse d'épaule et du coude.
- Chirurgie arthroscopique de l'épaule et du coude : réparation de la coiffe, Bankart, SLAP, arthrose du coude.
- Chirurgie conservatrice du coude : reconstruction des ligaments, arthrolyse (Figure 3).
- Chirurgie du poignet et de la main : prothèse de poignet, arthroscopie de poignet, dénervation de poignet, arthrodèses du carpe, trapézectomie, maladie de Dupuytren.
- Chirurgie traumatologique : ROFI, humérus proximal, scapula, clavicule, humérus diaphysaire, palette humérale, terrible triade.



● Figure 2 - Les Docteurs Dominique Rouleau et Emilie Sandman



● Figure 3 - Photo peropératoire d'une reconstruction ligamentaire au coude filmée pour le Surgeon Course Evolution of Shoulder and Elbow Arthroscopic Techniques 2023

Mon fellow auprès des Drs Rouleau et Sandman m'a permis de découvrir différentes façons de procéder sur des chirurgies que je connaissais déjà bien (installation, astuces chirurgicales, matériel, protocoles d'immobilisation ou de kinésithérapie). Elles étaient toutes deux très disponibles que ce soit en recherche ou au bloc opératoire.

● FORMATION DES RÉSIDENTS

À l'Université de Montréal le programme d'enseignement est encadré par le Dr Sandman. Tous les patrons faisant partie du CIUSSS Nord de l'île participent aux cours théoriques et pratiques. J'avais pour objectif, lors de cette année, d'acquérir des compétences d'enseignement que je pourrais ensuite appliquer en France. Ainsi, j'ai activement participé à la formation des résidents en chirurgie orthopédique de l'Université de Montréal avec le programme suivant :

- 2 Cours théoriques donnés sur les fractures de clavicule et disjonctions acromio-claviculaires.
- Organisation de « *Labcadavers* » sur sujets anatomiques pour la pratique de l'arthroscopie de l'épaule et du coude ainsi que l'arthroplastie d'épaule (Figure 4).
- Réalisation de 3 « *Journals clubs* » avec critique d'articles concernant la chirurgie de l'épaule, du poignet et de la main. Ces « *journals clubs* » étaient organisés au restaurant avec présentation de powerpoints entre les plats et discussion lors du repas. Cela permettait de s'instruire et de se mettre à jour de la littérature dans une ambiance conviviale. (Figure 5).

À Montréal, il n'y a que 5 résidents de chirurgie orthopédique par année : 3 à l'Université anglophone Mc Gill et 2 à l'Université de Montréal qui est francophone. Leur année est séparée en 13 périodes et ils sont répartis par hôpitaux et par pôles pour un nombre donné de périodes (exemple : 3 périodes en traumatologie à l'hôpital du Sacré Cœur, 2 périodes en membre inférieur à l'hôpital Jean Talon, etc.). Après 5 ans de résidence, ils font un an de fellow minimum et deux années de fellow s'ils souhaitent travailler par la suite en hôpital universitaire. Ils prennent ensuite un poste dans un hôpital universitaire ou un hôpital dit de province. Peu de chirurgiens s'installent en privé.

Lorsque nous étions au bloc ensemble j'avais un rôle d'enseignant avec eux.

Concernant la répartition du travail en gardes ou avec les patients nous étions d'égal à égal.

● ACTIVITÉ SCIENTIFIQUE

Le Docteur Rouleau est une chirurgienne et scientifique de renommée mondiale avec notamment plus de 105 articles indexés publiés.

J'ai pu participer à des travaux de recherche et j'ai eu par ailleurs l'opportunité de réaliser des communications orales lors de congrès internationaux (Figure 6, Annexe I).

● EN DEHORS DU TRAVAIL

Le grand prix de Formule 1 de Montréal est un des événements sportifs les plus attendus chaque année. Il a lieu sur le circuit Gilles Villeneuve sur l'île de Notre Dame.

Tous les ans, le CIUSSS du Nord de l'île de Montréal envoie ses médecins couvrir l'évènement et, notamment, une équipe de chirurgiens orthopédiques.

J'ai eu l'honneur de pouvoir faire partie de l'équipe médicale du Grand Prix de F1 de Montréal 2022 (Figure 7).

J'ai eu la chance de pouvoir découvrir un autre pays, une autre culture et un autre climat lors de cette année.

Les Québécois sont très accueillants, souriants. Tout le monde se tutoie, même en consultation avec les patients ce qui peut être un peu perturbant. Le québécois et une langue à part entière avec ses expressions et une utilisation des mots français parfois bien différente.

Par exemple au bloc on ne dit pas « le patient est mal installé, tire-le un peu de ton côté », on dit « le patient l'est tout croche, tasse le sur l'bord ». Les forêts et monts sont aux portes de Montréal avec les premières pistes de ski à 30 minutes en voiture. Beaucoup de Montréalais partent en week-end « chalet » qui sont des résidences secondaires aux alentours de Montréal. De nombreux festivals sont organisés toute l'année (festival de jazz, d'humour, apéros électroniques, etc.) ce qui en fait une ville active et très attractive. Concernant le climat... il faut aimer l'hiver et surtout la neige. Il neige de novembre à avril avec parfois 40 cm de neige qui tombe en une nuit. Il faut être prêt à passer 20 minutes à pelleter devant sa voiture pour pouvoir réussir à sortir. Il n'y a pas vraiment de printemps avec un été qui peut être très chaud (40 degrés).



● Figure 4 - Labcadavers sur sujets anatomiques pour la pratique de l'arthroscopie de l'épaule et du coude et l'arthroplastie d'épaule (R. Branes, Dr G. King, C. Aillerie)



● Figure 5 - Journals Clubs organisés pour la formation des résidents



● Figure 6 - Communications réalisées au cours du congrès de la SFA 2022 et du Surgeon Course Evolution of Shoulder and Elbow Arthroscopic Techniques 2023

L'automne est probablement ma saison préférée, magnifique, qu'on appelle d'ailleurs la saison des couleurs (Figure 8).

J'ai également pu faire de très belles rencontres. Je me suis liée d'amitié avec un infirmier de bloc opératoire français installé depuis un an à Montréal avec son compagnon avec qui nous avons fait des week-ends chalet et autres soirées. J'ai également beaucoup vu, en dehors du travail, Karine et Julie qui étaient nos attachées de recherche clinique. Grâce à la pratique de l'escalade, j'ai rencontré des amis qui travaillaient au cirque du soleil qui est une institution au Canada.

CONCLUSION

Lors de cette année à Montréal, j'ai pu perfectionner mes connaissances et ma pratique en chirurgie du membre supérieur et, notamment, en chirurgie arthroscopique de l'épaule et du poignet pour laquelle j'ai fait de considérables progrès. J'ai pu découvrir de nouvelles techniques chirurgicales et une nouvelle approche de certaines pathologies. J'ai beaucoup appris sur l'écriture d'article et la réalisation de projets scientifiques collaboratifs avec d'autres équipes. Cela m'a par ailleurs confortée sur mon envie d'exercer à l'Hôpital en France.

Je recommande le fellowship de chirurgie avancée du membre supérieur à l'Université de Montréal à tout candidat voulant se perfectionner et s'investir scientifiquement dans la chirurgie du membre supérieur ainsi que dans la chirurgie traumatologique.

Je tiens à remercier toute l'équipe des Drs Rouleau et Sandman pour cette année, leur expertise, leur soutien et leur accueil pour ce séjour mémorable. Merci aux

Professeurs Alain Sautet et Charles Henri Flouzat Lachaniette de m'avoir donné la possibilité de partir une année. Cette expérience m'a permis d'avancer dans mon projet universitaire et a été une formidable expérience à titre personnel. Je tiens, enfin, à remercier le Professeur Hamadouche et la SOFCOT pour le soutien matériel, sans lequel ce type de projet exceptionnel ne pourrait se réaliser.

Claire BASTARD



Figure 8 - Mont-Sourire à Saint-Donat au fil des saisons

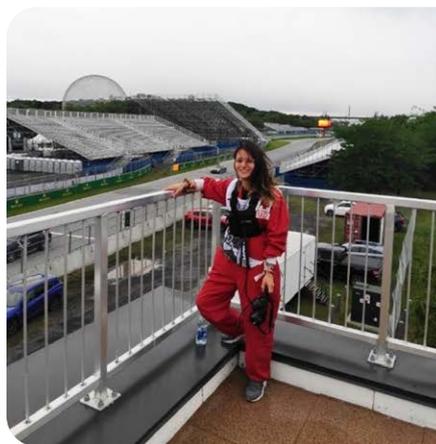


Figure 7 - Grand Prix de Formule 1 de Montréal



Travaux de recherche

Publications

- **Bastard C., Sandman E., Balg F., Patenaude N., Chapleau J., Rouleau D.** *Validity, reliability and responsiveness of the French translation of the Patient-Rated Wrist Evaluation questionnaire (PRWE).* Orthop Traumatol Surg Res 103549. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2023.103549>
- **Bastard C, Sandman E, Goetti P, Orban C, Rouleau D.** *The clinical impact of low grade infection in the setting of revision shoulder instability surgery: a prospective multicenter consecutive cohort study.* Article soumis au Journal of Shoulder and Elbow Surgery.
- **Bastard C., Sandman E., Balg F., Patenaude N., Chapleau J., Rouleau D.** *Validité, fiabilité et réactivité de la traduction française du Western Ontario Osteoarthritis of the Shoulder index (WOOS).* Article en cours.
- **Bastard C., Sandman E., Rouleau D.** *Vitamin D deficiency is associated with worst outcome in recurrent shoulder instability surgery.* Article en cours.
- **Bastard C., Sandman E., Goetti P., Rouleau D.** *Osteolysis and outcome after total elbow arthroplasty: Impact of PUDA and Radio-capitellar ratio.* Article en cours.
- Participation à la rédaction d'un chapitre de livre : *Humeral shaft fractures, Rockwood and Green's fractures in adults.*

Communications

- *L'Infection est-elle en cause dans les chirurgies de révision d'instabilité ? Résultats d'une étude de cohorte prospective multicentrique.* SFA 2022.
- *Open Latarjet Procedure.* Surgeon Course Evolution of Shoulder and Elbow Arthroscopic Techniques 2023.



UN AN DE MOBILITÉ UNIVERSITAIRE BELGO-PARISIENNE

FOOT AND ANKLE INSTITUTE (FAI), BRUXELLES, BELGIQUE
HÔPITAL AMBROISE PARÉ, BOULOGNE-BILLANCOURT, FRANCE

Septembre 2022
/ Août 2023

Par **Louis RONY**, Angers, Boursier SOFCOT Master, session 2022
Service de Chirurgie Osseuse, CHU Angers

Du 1^{er} septembre 2022 au 31 août 2023, je suis parti en mobilité afin de perfectionner mes acquis en chirurgie du pied et de la cheville et également de compléter mon épreuve de Titres et Travaux. Tout juste nommé MCU-PH au sein du CHU d'Angers, il s'agissait d'un passage obligatoire pour pouvoir présenter le concours de PU-PH.

Sur-spécialisé en chirurgie du pied et de la cheville, le but de cette année était donc d'améliorer mes connaissances, d'apprendre de nouvelles techniques et de développer la recherche clinique de qualité dans ma surspécialité ; tout en conciliant la problématique de la vie de famille. Après aval du CNU, un modèle en 2 périodes de 6 mois chacune était établi : six mois à Bruxelles au Foot Ankle Institute et six mois à l'AP-HP à l'hôpital Ambroise Paré.

● BELGIQUE UN JOUR, BELGIQUE TOUJOURS

La première partie s'est donc déroulée du 1^{er} septembre 2022 au 28 février 2023 au sein de l'équipe du Dr Th. Leemrijse au Foot and Ankle Institute (FAI).

L'équipe du FAI m'a donc accueilli à bras ouverts, celle-ci est composée de 5 chirurgiens : les Drs Leemrijse, Devos-Bevernage, Maldague, Gombault et Malherbe, un podologue, Monsieur Deleu diplômé d'un PhD en Biomécanique, vient compléter l'équipe. Cette équipe, à l'origine du livre noir bien connu par les chirurgiens du

pied, présente une force de travail assez impressionnante tant dans le soin que dans la recherche. En effet, chaque chirurgien a une vacation par semaine à l'hôpital Delta (photo ci-dessus à gauche) de 7h30 à 18h30 avec en moyenne 7 à 8 malades opérés par jour avec une activité très variée allant de l'avant-pied à l'arrière-pied avec aussi bien de la chirurgie programmée que de la traumatologie.

Une demi-journée de vacation au sein d'une autre structure de soins vient compléter leur programme opératoire. De plus, chaque chirurgien consulte 2 jours au FAI et souvent une autre journée ou demi-journée au sein d'une autre structure de soins.

Concernant mon travail personnel, nous avons convenu de réaliser 2 études, qui sont en cours de publication, portant sur les arthrodèses de l'arrière-pied par clou transplantaire. Ma semaine type s'organisait en 1 jour et demi de recherche clinique en compagnie de Monsieur Paul-André Deleu, 2 jours de bloc opératoire avec les Drs Th. Leemrijse et B. Devos-Bevernage

et une journée de consultation en leur compagnie.

L'activité de recherche était principalement de la recherche clinique avec des patients revus en consultation pour réaliser des scores cliniques ainsi que des examens cliniques à distance des chirurgies réalisées. Une autre partie a consisté à suivre Paul-André Deleu dans le laboratoire d'analyse baropodométrique. Cet outil d'analyse est assez fantastique et a permis à l'équipe du FAI d'écrire plusieurs articles originaux [1-3]. La rigueur dont fait preuve l'équipe du FAI m'a permis de voir de la recherche clinique de qualité et de mieux appréhender certaines choses dans le domaine de la recherche en chirurgie du pied ce qui était un des objectifs de ma mobilité. À ce jour, deux articles sont en cours de rédaction avec l'équipe du FAI.

L'activité clinique était celle du compagnonnage chirurgical classique au bloc opératoire ou en consultation. Une des inquiétudes de l'équipe était de ne rien m'apporter de nouveau du fait de mon



● L'Équipe du FAI, de gauche à droite : Dr Leemrijse, Dr Maldague, Dr Gombault, Dr Devos-Bevernage, Monsieur Deleu

curseurs avancés. Même s'il est vrai que j'avais déjà une expérience de chirurgien senior en chirurgie du pied et de la cheville, il n'en demeure pas moins que les trucs et astuces, les installations, les manières de faire sont venus enrichir mon bagage chirurgical. Quant à la consultation, les mots, les attitudes, les gestes sont là encore venus compléter ma manière de faire. Enfin, l'une des expériences les plus contrastantes avec mon exercice classique reste ces 6 mois sans gardes et sans contraintes, la découverte de soirées sans épée de Damoclès, de week-ends entiers sans coups de fil au milieu de la nuit, une expérience fascinante.

Enfin, comme tout voyage, la rencontre d'une autre culture reste une expérience très enrichissante et bien que nos amis belges parlent bel et bien français, il n'en reste pas moins que pour le « Frouz » que j'étais, il y avait certaines subtilités linguistiques, notamment sur l'utilisation du verbe « pouvoir » et « savoir » ainsi que les « septantes » et « nonantes » qui ont permis de créer de savoureux souvenirs au bloc opératoire. Bien que les nuits soient de quasiment 18 h à partir du 1^{er} novembre et que le temps soit humide, nos amis belges ont le cœur sur la main et un vrai sens de l'hospitalité. La dernière expérience belge reste la vie extra-professionnelle. La Belgique, ce jeune pays européen, est fait d'une multitude de cultures à la fois latine et saxonne, elle partage l'amour latin et le pragmatisme flamand. Si les frites raviront les amoureux de la gastronomie, ces mêmes seront déçus par le temps passé à table à l'heure du déjeuner où nos habitudes françaises sont mises à mal avec souvent un simple sandwich bien terne. Il sera vite oublié à l'heure de débaucher où les bières d'Abbaye (Chimay, Saint Feuillan, et autres triples) réchauffent les cœurs sur le Parvis Saint Gilles dans une nuit déjà bien avancée.

Finalement, six mois peuvent sembler très longs : le manque de la famille restée à Angers avec des retrouvailles chaque week-end, la perte de la routine hospitalière bien rodée, mais c'est également très court. Je n'aurais pas eu l'occasion d'aller saluer la mer du Nord et les phoques d'Ostende ou encore de voir les carnivals du sud de la Belgique. Mais ce n'est sûrement que partie remise car même si j'étais un peu réticent à l'idée de faire une mobilité du fait des contraintes personnelles que cela entraînait, j'ai énormément apprécié ces six mois belges et si ma vie est bien ancrée dans l'Ouest de la France, le partenariat

et les amitiés noués font de la Belgique un endroit particulier où je reviendrai avec plaisir.

● PARIS, JE T'AIME

La deuxième partie de ma mobilité s'est déroulée à l'AP-HP à Boulogne Billancourt dans l'équipe du Pr Bauer à l'Hôpital Ambroise Paré. Retour aux sources, étant parisien de naissance, parti à Angers pour l'internat et désormais angevin de cœur et de raison, Paris garde une place toute particulière dans mon cœur et notamment les CHU de mon externat. Deux salles, deux ambiances, je sortais du fonctionnement de la clinique avec une organisation quasi-militaire avec une activité de pied-cheville exclusive pour revenir dans un CHU avec ses internes, ses chefs de clinique et ses chirurgiens seniors. Un bonheur de retrouver l'esprit de corps, les rires au café du matin, les anecdotes savoureuses, tout ce qui fait qu'un CHU est un CHU et ce qui fait que l'on s'y sent bien.

Là encore, l'équipe du Pr Bauer m'a accueilli comme un des leurs. Si la Belgique m'a permis de progresser en recherche clinique, l'expérience chirurgicale du Pr Bauer, notamment en chirurgie percutanée et arthroscopique, m'a permis d'acquérir de nouvelles compétences que je pourrai à terme proposer à mes patients dans l'Ouest. C'est dans un esprit de compagnonnage que se sont réalisés ces six mois parisiens, tant le Pr Bauer envers moi que moi envers son équipe et notamment ses CCA fraîchement nommés avec qui j'ai pu énormément échanger tant sur le plan universitaire que sur le fonctionnement de nos différentes structures.

Sur le plan chirurgical, j'ai pu appréhender des techniques que je ne maîtrisais pas et qui seront donc un atout pour le CHU dans lequel je retourne exercer. Le volume d'actes chirurgicaux réalisés chaque jour en arthroscopie et en chirurgie percutanée du pied et de la cheville m'a permis d'acquérir très rapidement une expérience et de me sentir à l'aise.

Sur le plan universitaire, j'ai pu apporter un autre regard sur certaines prises en charge permettant ainsi de confronter les expériences, connaissances et points de vue. Ces échanges ont permis de me voir proposer l'encadrement d'un sujet de Thèse d'Exercice pour un des internes qui étaient en stage lors de mon passage. Ce travail permettra de parfaire mon épreuve de titres et j'ai pu participer aux publications du service. De plus, le niveau d'excellence

du service permet de travailler en étroite collaboration avec des sportifs de haut niveau, notamment les rugbymen du Stade Français Paris et leur médecin le Docteur Rubio et d'approcher ainsi des pathologies rares et spécifiques du sport professionnel.

Concernant le choc des cultures, loin de moi l'idée de relancer le débat Paris vs Province, mais j'ai pu profiter de Paris aux beaux jours avec tout le plaisir des terrasses, la vie culturelle et le plaisir que procure cette ville qui ne dort jamais.

● CONCLUSION

Même si cette année de coupure peut sembler être une contrainte, j'ai compris au fur et à mesure de celle-ci son intérêt pour le développement et l'accomplissement personnel du HU que je suis. Elle a été riche sur le plan professionnel (mise en place de partenariat, rédaction d'articles de qualité, rencontres, etc.). À ceux qui disent qu'il faut partir loin pour vivre une expérience unique, j'espère que ces quelques lignes leur permettront de juger que la qualité de la mobilité ne se fait pas par les miles parcourus mais surtout par l'implication de l'impétrant et son enthousiasme à vouloir entreprendre et réaliser les choses. Je remercie donc encore mon chef de Service, le Dr Laurent Hubert et le CNU pour leur soutien dans la réalisation de cette mobilité. Je remercie également la SOFCOT et son soutien matériel qui m'a permis d'accomplir ce beau voyage initiatique.

Louis RONY

Références

- [1] Deleu PA, Naaim A, Chèze L, Dumas R, Devos Bevernage B, Birch I, Besse JL, Leemrijse T. Decreased Mechanical Work Demand in the Chopart Joint After Total Ankle Replacement. *Foot Ankle Int.* 2022;43(10):1354-1363. doi: 10.1177/10711007221112094.
- [2] Deleu PA, Naaim A, Chèze L, Dumas R, Devos Bevernage B, Birch I, Besse JL, Leemrijse T. Changes in ankle and foot kinematic after fixed-bearing total ankle replacement. *J Biomech.* 2022;136:111060. doi: 10.1016/j.jbiomech.2022.111060.
- [3] Deleu PA, Leemrijse T, Chèze L, Naaim A, Dumas R, Devos Bevernage B, Birch I, Besse JL. Post-sprain versus post-fracture post-traumatic ankle osteoarthritis: Impact on foot and ankle kinematics and kinetics. *Gait Posture.* 2021;86:278-286. doi: 10.1016/j.gaitpost.2021.03.029



UNE ANNÉE DE FELLOWSHIP À L'UNIVERSITÉ DE CALIFORNIE, SAN FRANCISCO, USA

UCSF MEDICAL CENTER, ORTHOPAEDIC INSTITUTE, MISSION BAY, SAN FRANCISCO, CA, USA

Février 2022 / Janvier 2023

Par **Elliot SAPPEY-MARINIER**, Lyon, Boursier SOFCOT, Session 2021 ; Centre Orthopédique Santy, Lyon

● MON PARCOURS

Ayant terminé mon internat et assistantat au CHU de Lyon et présentant un intérêt croissant pour la chirurgie prothétique de la hanche et du genou, je me suis mis à la recherche d'un terrain de fellowship dans différents buts : valider ma mobilité universitaire, améliorer mes connaissances en chirurgie prothétique robotique, améliorer mon anglais et découvrir une culture et une société différentes.

Un poste de fellowship en chirurgie de la hanche et du genou était disponible dans le département de chirurgie orthopédique de la hanche et du genou de l'University of California, San Francisco (UCSF), sous la direction du professeur Stefano A. Bini. Ce département est mondialement renommé en chirurgie du pied et de la cheville, notamment pour des travaux de recherche qui ont largement contribué au développement de la spécialité. Après avoir effectué un entretien avec le professeur Stefano Bini et après avoir attendu plusieurs auto-risations de l'université de San Francisco

du fait de la situation pandémique qui n'était pas encore terminée, j'ai pu débiter mon fellowship en février 2022.

● LOCALISATION

La ville de San Francisco est à l'extrémité nord de la péninsule de San Francisco entre l'océan Pacifique à l'ouest et la baie de San Francisco à l'est. La ville est surnommée « *The City by the Bay* ». Aujourd'hui, San Francisco est la ville la plus densément peuplée des États-Unis après New York. La municipalité-comté de San Francisco compte plus de 880 000 habitants dans ses limites administratives.

La ville est célèbre pour le pont du Golden Gate, l'île et ancienne prison d'Alcatraz, ses maisons victoriennes, ses « *cable cars* » et ses nombreuses collines découpées de rues en pente. Haut lieu de la contre-culture, ville de tolérance et d'émancipation des minorités, San Francisco est également connue pour son *Chinatown*, et ses quartiers homosexuels, comme *Le Castro*. Elle représente un foyer culturel et

économique majeur aux États-Unis et accueille chaque année plusieurs événements d'ampleur mondiale.

Cette région est le premier pôle de hautes technologies du monde qui accueille un nombre important d'entreprises de technologie de pointe de renommée mondiale telles que Cisco, Apple, Hewlett-Packard, Google, OpenAI, Intel ou encore Facebook.

● HISTOIRE DU SERVICE DE CHIRURGIE ORTHOPÉDIQUE

Ouvert en 2009 à Mission Bay, l'Institut Orthopédique de l'UCSF (Figure 1) est un nouveau centre majeur qui constitue l'endroit le plus complet de San Francisco pour le traitement ambulatoire, la recherche et la formation en matière d'atteintes musculosquelettiques, de blessures et de médecine du sport. Il comprend le premier *Human Performance Center* de San Francisco. Il s'agit du seul établissement de San Francisco équipé pour aider tous les types d'individus à se remettre d'une blessure ou d'une intervention chirurgicale, à améliorer

leurs performances, à reprendre le sport et à optimiser l'entraînement. Le centre comprend une batterie d'analyses professionnelles et de programmes d'entraînement pour aider les patients, les athlètes, les danseurs et les personnes qui entraînent les athlètes et les danseurs à prévenir les blessures et à optimiser les performances.

Axée sur la radiologie musculosquelettique, la salle d'imagerie est équipée d'une IRM 3T (Tesla) pour une utilisation clinique de routine. L'équipe de radiologie fournit une cartographie tridimensionnelle et une imagerie quantitative. Grâce à des systèmes numériques sans film, les images sont distribuées électroniquement dans tout l'Institut et peuvent être consultées dans n'importe quelle salle d'examen pour une consultation entre le médecin et le patient.

L'Université de Californie San Francisco est une université qui se consacre à la promotion de la santé dans le monde entier par le biais d'une recherche biomédicale de pointe, d'un enseignement supérieur dans le domaine des sciences de la vie et des professions de la santé et de l'excellence dans les soins aux patients.

Le Pr Bini a rejoint l'UCSF en 2015 pour apporter son expertise sur l'alignement cinématique dans les prothèses totale de genou et pour développer l'application de nouvelles technologies tels que les outils digitaux.

● **MES ACTIVITÉS DURANT MA MOBILITÉ**

Bien qu'ayant une position de « *Research Fellow* » dans le service, j'ai pu avoir une activité assez variée globalement répartie en un tiers de bloc opératoire, un tiers d'activité de consultation et un tiers d'activité de recherche.

● **ACTIVITÉ CHIRURGICALE**

J'ai pu, durant mon activité clinique (bloc opératoire et consultations), approfondir mes connaissances dans la chirurgie prothétique de la hanche et du genou et développer mes compétences dans la prise en charge des lésions du moyen fessier par abord direct.

Depuis son arrivée à l'UCSF, le Pr Bini a mis en place son congrès annuel sur la thématique des outils digitaux appliqués à l'orthopédie « *Digital Orthopedic Conference San Francisco* » (DOCSF). Le Pr Bini est donc un des pionniers dans le domaine des nouvelles technologies (dont l'intelli-



● *Figure 1 - UCSF medical center, Orthopaedic Institute Mission Bay.*

gence artificielle, la chirurgie robotique et autres outils) permettant d'améliorer la prise en charge des patients.

● **LE LABORATOIRE DE RECHERCHE « HUMAN PERFORMANCE CENTER » PROJET GOOGLE**

Le laboratoire de recherche comprend un sol à plaques de force qui détermine automatiquement la répartition du poids au cours d'une série d'exercices. Associé à la technologie d'imagerie vidéo et de lecture, le corps enseignant est en mesure d'analyser les individus et leurs mouvements sous de multiples angles.

Le projet avec Google consiste à comparer l'analyse de la marche obtenue à partir de l'analyse d'imagerie vidéo (*gold standard*) à une analyse de la marche obtenue grâce à des accéléromètres positionnés à différents endroits du corps (chaussure, tibia, cuisse, etc.). La première étape était d'obtenir l'algorithme par « *machine learning* » avec les accéléromètres permettant de répliquer une analyse de la marche obtenue en laboratoire afin d'évaluer les fonctions du genou. Les résultats de cette étude pilote ont montré une réplique très précise de l'analyse de la marche par vidéo (précision allant de 95 % à 99 % selon les paramètres évalués) (Figure 2). Cela simplifierait nettement l'évaluation des fonctions du genou évitant le recours à un laboratoire d'analyse de la marche. A termes, cela permettrait d'obtenir une évaluation objective de l'articulation opérée après intervention de façon simple et non invasive. De plus, lorsqu'un nombre

important d'analyse sera obtenu, chaque analyse de patient pourra être comparée aux résultats d'un patient de la même catégorie (âge, sexe etc.).

● **MES ACTIVITÉS DE RECHERCHE**

a. **Alignement cinématique et chirurgie robotique**

Venant de soutenir ma thèse de sciences sur l'évolution et l'évaluation de l'alignement dans les prothèses totales de genou, j'ai effectué plusieurs travaux sur l'alignement cinématique. En effet, le Pr Bini réalise toutes ses prothèses totales de genou avec conservation du ligament croisé postérieur (PTG CR) et assistance robotique avec un alignement cinématique selon la description du Dr Stephen Howell. Ils ont co-écrit un livre sur la mise en place de PTG avec alignement cinématique. Grâce au contact du Pr Bini, j'ai pu rendre visite au Dr Howell qui travaille à Sacramento et initier plusieurs travaux de recherches.

Avec le Pr Bini, nous avons évalué l'épaisseur de résection fémorale distale selon la présence d'un flessum préopératoire lors de la réalisation de PTG avec alignement cinématique. Nous avons trouvé que tous les patients obtenaient une extension finale après PTG sans proximaliser l'interligne articulaire malgré la présence d'un flessum préopératoire contrairement aux algorithmes décrits avec l'alignement mécanique (en cours de publication). Nous avons publié les résultats de reprises de PTG avec alignement cinématique lorsque la cause d'échec était une raideur

ou instabilité en flexion intermédiaire à la suite d'une PTG implantée avec alignement mécanique [1]. Enfin, nous avons évalué si l'alignement cinématique des PTG permettait de resituer l'alignement natif de la cheville (en cours de publication).

Le Dr Howell étant le pionnier de l'alignement cinématique, nous avons travaillé sur plusieurs projets évaluant l'articulation fémoro-patellaire après PTG avec alignement cinématique dont le premier a été publié [2] et le second est en cours de rédaction. Nous avons revu, à un recul minimum de 3 ans, les résultats cliniques des PTG avec alignement cinématique selon le statut préopératoire du ligament croisé antérieur (sain, rompu ou reconstruit). Ce travail est en cours de relecture par le *Journal of Arthroplasty*.

b. Outils digitaux appliqués à l'orthopédie

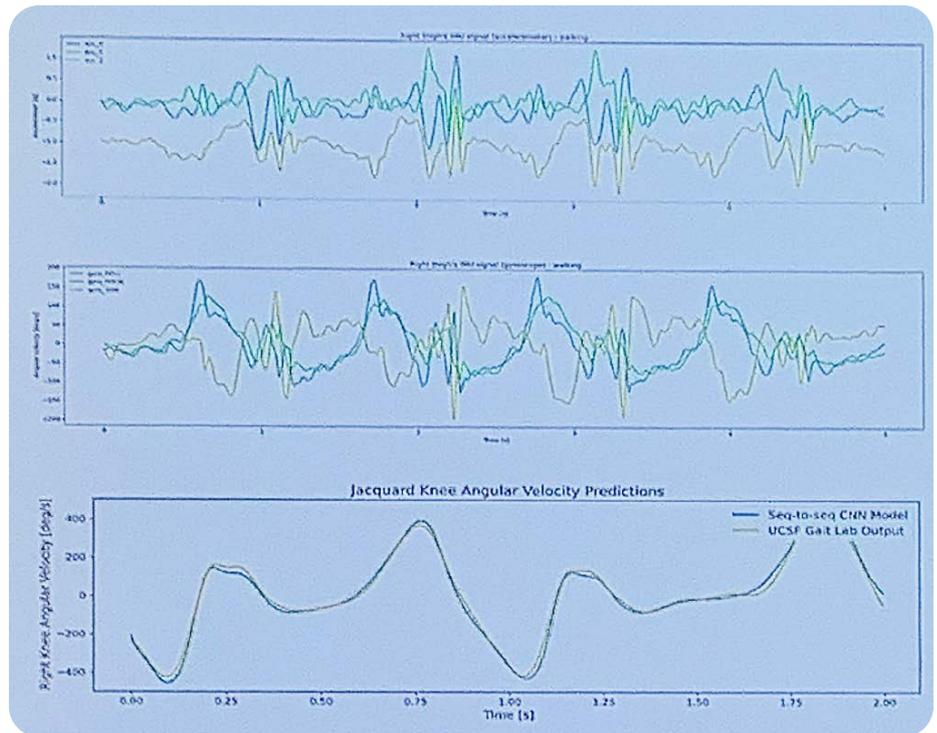
Le Pr Bini a créé DOCSF qui est un congrès annuel sur toutes les nouvelles technologies appliquées à l'orthopédie. J'ai pu, durant mon année, baigner dans cet univers en aidant à l'organisation de cet événement en participant aux réunions hebdomadaires avec l'ensemble de l'équipe. J'ai pu assister aussi au congrès en avril 2022 (Figure 3) et ainsi rencontrer tous les acteurs et partenaires du monde digital appliqué à l'orthopédie. J'ai par la suite travaillé avec différentes sociétés comme Docspera ou Orcana. Cela m'a permis d'avoir une ouverture d'esprit sur toutes les opportunités et futures évolutions du monde de la santé.



● Figure 3 - Congrès annuel DOCSF en avril 2022

c. Travaux sur lésion moyen fessier

Enfin, le Pr Bini consacre aussi son activité clinique et chirurgicale à la prise en charge des lésions du moyen fessier sur hanche native ou prothétique. Il s'agit d'une pathologie encore peu étudiée et peu évaluée. Nous avons donc réalisé une revue systématique sur les résultats cliniques après réparation des lésions du moyen fessier selon la technique d'ancrage



● Figure 2 - Exemple de comparaison entre analyse de la marche par vidéo et par accéléromètres pour la vitesse angulaire du genou

chirurgicale soit par ancre ou par suture transosseuse (travail en cours de relecture par le *Journal of Arthroplasty*). J'ai aidé à la mise en place d'une étude cadavérique évaluant les forces d'arrachement des ancrages osseuses pour mieux comprendre le nombre d'ancres à mettre en cas de lésions massives du moyen fessier (étude en cours de réalisation au laboratoire d'anatomie d'UCSF). Enfin, nous avons évalué tous les patients ayant bénéficié d'une réparation du moyen fessier à un recul minimum d'un an (travail en cours de rédaction).

● CONCLUSION

Au total, ce fut une expérience très enrichissante d'un point de vue professionnel, personnel et familial. J'ai pu travailler sur une dizaine de projets ou articles qui sont publiés ou en cours de publications.

Ce fellowship a été aussi une année riche de rencontres avec plusieurs chirurgiens de renommée internationale lors des différents congrès internationaux réalisés (DOCSF, AAHKS, ICJR DAA THA conference, *Personalized Arthroplasty Society virtual annual meeting*, etc.)

● REMERCIEMENTS

Je remercie sincèrement la SOFCOT pour son soutien financier sans lequel ce type de mobilité serait impossible à réaliser, le Professeur Stefano Bini pour son accueil et son

enseignement durant ce fellowship, ainsi que le Professeur Lustig qui m'a permis de réaliser cette mobilité et a encadré ma formation chirurgicale.

Elliot SAPPEY-MARINIER

Références

Travaux publiés

- [1] Sappey-Marinié E, Wu SA, Bini A. *Kinematic Alignment of Failed Mechanically Aligned Total Knee Arthroplasty Restored Constitutional Limb Alignment and Improved Clinical Outcomes: A Case Report of 7 Patients.* J Pers Med. 28 oct 2022;12(11):1780.
- [2] Sappey-Marinié E, Howell SM, Nedopil AJ, Hull ML. *The Trochlear Groove of a Femoral Component Designed for Kinematic Alignment Is Lateral to the Quadriceps Line of Force and Better Laterally Covers the Anterior Femoral Resection Than a Mechanical Alignment Design.* J Pers Med. 16 oct 2022;12(10):1724.



RAPPORT DE MOBILITÉ INTERNATIONALE, UN AN À CAPE-TOWN, AFRIQUE DU SUD

GROOTE SCHUUR HOSPITAL, CAPE-TOWN, AFRIQUE DU SUD

Par **Laura MARIE-HARDY**, Paris, Boursière SOFCOT, session 2021
Chirurgie rachidienne - Hôpital de la Pitié-Salpêtrière

Novembre 2022
/ Octobre 2023

Cette mobilité est intervenue à l'issue de 3 ans de CCA (Hôpital Necker puis Pitié-Salpêtrière) en chirurgie rachidienne et dans le cadre d'un projet de carrière hospitalo-universitaire. La date de la mobilité a donc été choisie avant la prise de poste de MCU-PH en chirurgie rachidienne en septembre 2023.

Concernant le choix de la destination de cette mobilité, plusieurs facteurs furent importants :

- Destination anglophone, afin de pouvoir interagir avec l'équipe et avoir un niveau suffisant en langue locale pour effectuer des activités cliniques.
- Activité rachidienne prédominante du service.
- Service de grande taille, avec accueil de polytraumatisés, et présence de l'ensemble de sous-spécialités orthopédiques, permettant également d'analyser le fonctionnement d'un service de taille similaire au mien.
- Différences entre mon service d'origine et le service d'accueil, afin que l'expérience puisse permettre échanges et réflexion.

Au final, mon choix s'est donc porté sur l'Afrique du Sud, qui est un pays dont l'organisation du système de santé fait cohabi-

ter des centres de haut niveau technique et des défis quotidiens du fait d'une situation socio-économique difficile en parallèle.

Le choix du service du Pr Dunn s'est opéré par réputation (notamment de l'AO Spine), et des d'activités chirurgicales spécifiques : correction de déformation par voie antérieure, prise en charge des tuberculoses pulmonaires, pour lesquelles l'expertise est reconnue.

● ORGANISATION DE LA MOBILITÉ

Le Professeur Dunn ayant accepté ma demande de mobilité rapidement en novembre 2021, en tant que « *surnumery unpaid fellowship* », j'ai pu avoir le temps d'organiser les questions pratiques.



● L'hôpital Groote Schuur à Cape Town

J'ai eu la chance de pouvoir bénéficier en tant que bourse principale du soutien de la SOFCOT avec la bourse mobilité et, en complément, la bourse mobilité de l'APHP, qui combinées étaient suffisantes pour un an en Afrique du Sud.

J'ai pu faire reconnaître mes diplômes auprès de l'équivalent de l'ordre des médecins en Afrique du Sud et par ce biais être enregistrée avec un numéro de praticien, permettant de prescrire et donc de voir des patients en consultation, ainsi que de participer au bloc opératoire.

● ACTIVITÉS AU SEIN DU SERVICE D'ACCUEIL - ORGANISATION

Le service d'orthopédie de l'hôpital Groote Schuur est dirigé par le Pr Dunn et divisé en plusieurs sous-départements, qui disposent chacun de jours spécifiques d'activités opératoires et de consultation : *spine, trauma, hand, shoulder, knee, hip*.

Concernant la filière rachis, dont je faisais partie, l'activité était la suivante :

- **Lundi** : bloc des urgences neurologiques le matin, bloc de déformation pédiatrique l'après-midi (hôpital pédiatrique de Red Cross).
- **Mardi** : staff de programmation, grande visite des patients dans l'unité et activités de recherche l'après-midi.

- **Mercredi** : bloc programmé (2 salles rachis).
- **Jedi** : consultation le matin, bloc opératoire programmé en privé l'après midi.
- **Vendredi** : selon les semaines : consultation dites avancés à Worcester (100 km de Cape-Town), consultation de déformation pédiatrique à Red Cross ou bloc opératoire en privé.

Il est donc à noter, comparé aux hôpitaux universitaires français, une organisation de la pratique plus diverse sur le plan spatial, avec des équipes surspécialisées en type d'articulation et qui, dans cette sous-spécialité, s'occupent aussi bien de l'activité dans l'hôpital adulte que dans l'hôpital pédiatrique. De plus, la plupart des consultants ont également une activité privée, mais qui a lieu dans un lieu différent de l'hôpital. Cela m'a permis de travailler de façon régulière dans 4 lieux différents : un hôpital public adulte, un hôpital public pédiatrique, et deux cliniques privées.

● APPORTS DE LA MOBILITÉ

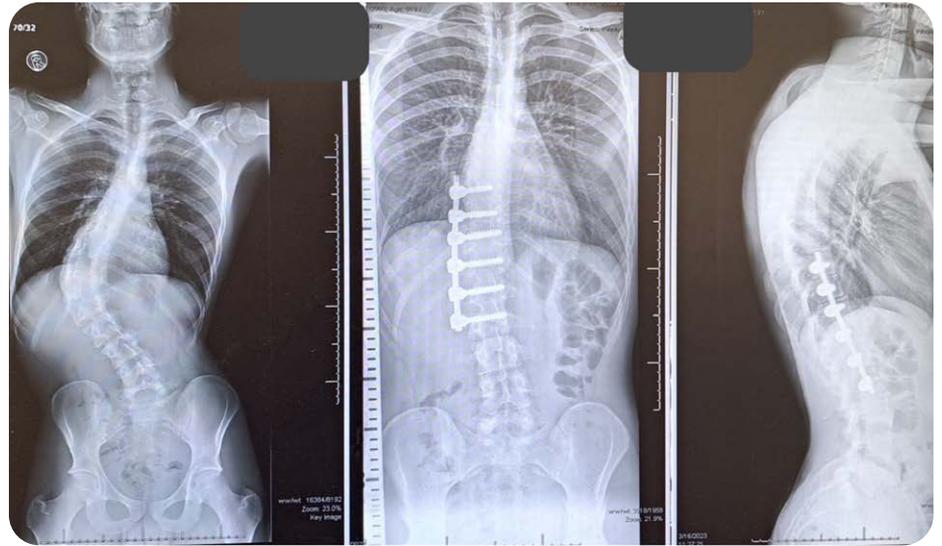
Sur le plan chirurgical

Cette mobilité m'a tout d'abord permis de découvrir le fonctionnement d'un service différent, à l'étranger, et de me former à des techniques spécifiques, notamment le traitement des scolioses lombaires par voie antérieure.

Cette technique, qui permet une fusion économe des scolioses idiopathiques en termes de niveaux, ce qui est crucial au niveau lombaire, n'est désormais que peu usitée en France. J'ai pu participer à plus d'une dizaine de chirurgies de ce type, afin de rapporter ce savoir en France et de l'utiliser et le transmettre à mes collègues plus jeunes.

De plus, les déformations vues en consultation sont fréquemment plus sévères, du fait d'un accès au soin difficile pour une partie de la population socio-économiquement défavorisée. Cela m'a donc permis de réfléchir de façon hebdomadaire à la prise en charge de déformations qui restent exceptionnelles en France.

Enfin, l'incidence de la tuberculose et la situation socio-démographique précaire d'une partie de la population (30 % d'immunodépression par le VIH) concourent à des maux de Pott sévères et fréquents. Le niveau de connaissance et l'organisation de leur prise en charge sont donc performants en Afrique du Sud, tant sur le plan infectiologique que chirurgical (quand stabiliser ? quand reconstruire ?) et neurolo-



● Exemple de radiographies pré et post-opératoires de scoliose thoraco-lombaire traitée par arthrodesis antérieure.

gique (faut-il opérer ? les antituberculeux seuls peuvent-ils être efficaces ?). J'ai donc pu me former également sur cette problématique qui est de plus en plus fréquente en Ile-de-France ces dernières années.

Sur le plan académique

Cette année, avec moins de responsabilités dans le service que j'en avais en France avant mon départ, m'a permis de prendre du temps pour finir un certain nombre de projets en cours, notamment la rédaction de travaux de recherche clinique, de finaliser des polycopiés de cours aux étudiants. De plus, j'ai pu avancer en parallèle sur ma thèse de science et continuer d'encadrer un étudiant en master II.

Au sein du service, j'ai pu réaliser 2 études cliniques en premier auteur, aider les internes du service dans leurs travaux respectifs et appréhender le fonctionnement de la recherche clinique (demandes de CPP, recueil des données, etc.) dans un environnement différent.

L'organisation d'une réunion hebdomadaire de présentation de dossiers complexes entre les chirurgiens de différents services (également de neurochirurgie) et d'anciens fellows maintenant installés en privé était pour moi un moment fort de la semaine. Cela permet en plus pour les jeunes collègues fraîchement installés de prendre conseil sur des dossiers difficiles. C'est donc une des idées rapportées de mon séjour que je vais tenter de mettre en place à mon retour.

Enfin, la pratique de l'anglais de façon quotidienne, tant professionnellement que dans la vie quotidienne, est à mon sens le



● À gauche : exemple de scoliose infantile malformative sévère, première venue en consultation. À droite : exemple de radiographie post-opératoire de tuberculose avec destruction complète des corps de L1 et L2, reconstruite par double temps avec greffon fémoral.

meilleur moyen d'en améliorer la maîtrise. J'ai pu constater des progrès importants entre le début et la fin de mon année sur le plan linguistique, ce qui sera un atout pour la suite (communications internationales, collaborations, rédaction d'articles).

Sur le plan humain

Cette année à l'étranger a été également riche sur le plan humain, permettant de nouer des liens étroits et pérennes avec de nouveaux collègues.

Sur le plan personnel, cela a également été l'occasion d'expérimenter un mode de vie différent de Paris, avec notamment des activités de plein air (randonnée, kitesurf,

etc.) accessibles en quelques minutes, et facilitées par un rythme de travail différent (début plus précoce le matin, mais fin de la journée plus tôt également).

ACTIVITÉS DE RECHERCHE

Au sein du service de l'hôpital Groote Schuur, j'ai pu réaliser 2 études cliniques en tant que premier auteur, qui sont actuellement soumises pour publication et ont été présentées oralement au congrès national sud-africain de chirurgie rachidienne (South Africa Spine Society, SASS) [1, 2].

De plus, j'ai poursuivi en parallèle ma thèse de science, par mon travail personnel et le recours à une ingénieure de recherche à mi-temps (visioconférences hebdomadaires). Une publication correspondante est en cours [3].

CONCLUSION

Tout d'abord je souhaite remercier sincèrement la SOFCOT d'avoir rendu cette expérience possible.

En effet, une mobilité internationale est une expérience passionnante et très enrichissante mais son organisation sur le plan pratique et notamment financier peut se révéler difficile et je n'aurais pas pu partir sans le soutien de la SOFCOT via la bourse mobilité. Je remercie également le Pr Pascal-Moussellard qui m'a encouragée et soutenue dans ce parcours et m'a permis d'organiser cette mobilité.

Cette expérience a été très complète et conforme voire supérieure à mes attentes sur le plan de l'intégration à un nouveau service, d'apprentissage de nouvelles techniques et sur le plan personnel.

Laura **MARIE-HARDY**

Références

Travaux en attente de publication

- [1] Marie-Hardy L, Arnolds D, Van der Merwe A, Dunn R. *Clinical and pulmonary outcomes of Lenke V AIS treated by anterior correction and fusion*. Soumis à *Spine deformity*. Présenté au SASS 2022.
- [2] Marie-Hardy L, Dunn R. *The awareness of operating theaters professionals to the carbon footprint of their surgical activities: a binational survey on 301 healthcare workers*. Soumis à *Global Surgical Education*. Présenté au SASS 2022.
- [3] Marie-Hardy L, Courtin T, Zakine S, Pascal-Moussellard H, Brice A. *Whole-exome sequencing of a cohort of 19 families with adolescent idiopathic scoliosis (AIS): new candidate pathways*. Soumis à *Genes*.



À gauche : présentation de travaux au congrès SASS (South Africa Spine Society) 2023 ; à droite : remise du certificat de fellowship par le Pr Dunn

Rédacteur en chef :
Philippe Merloz

Directeur de publication :
Moussa Hamadouche

Correspondance :
SOFCOT
56 rue Boissonnade
75014 Paris - France
Tél. : 01 43 22 47 54
e-mail : sofocot@sofocot.fr
www.sofocot.fr

Maquette : Comback
Mise en page : Accent Aigu



À gauche : dîner des fellows du Pr Dunn ; à droite : après-midi de détente de service après les consultations à Worcester