

éditorial

Congrès SOFCOT 2021 : retrouver rapidement une vie normale

Par **Philippe TRACOL**, Président du CNP-COT
et **Luc FAVARD**, Président de la SOFCOT



En même temps que la parution de ce nouveau numéro du BOF, nous ressentons en ce printemps morose un sentiment de déjà-vu. Reprise épidémique, confinement, déprogrammations, incertitude sur l'avenir. Avec

cette fois-ci une lueur d'espoir grâce à la campagne de vaccination qui nous permettra, nous l'espérons tous, de retrouver rapidement une vie normale.

Dans ce numéro, le journal de confinement rédigé par Rémi Kohler nous ramène il y a un an déjà et nous rappelle les nombreuses turbulences et difficultés que nous avons tous traversées. Lisez-le attentivement. Il est passionnant. Les bons mots côtoient les réflexions les plus sérieuses. Ce « livre de bord » est un « must ».

Par ailleurs, ce numéro du BOF est une formidable introduction à notre congrès 2021 dont le thème, nous vous le rappelons, est l'intelligence artificielle et le numérique en orthopédie. En 2004, quand P. Merloz et E. Stindel ont créé le CAOS, qui, à part eux, visionnaires convaincus, imaginaient une telle évolution ? Pour ceux qui en doutent encore, parcourez le document consacré au CAOS (*Computed Assisted Orthopaedic Surgery*) et vous serez certainement convaincus. Récemment, le flambeau a été transmis à une jeune équipe présidée par Marc-Olivier Gauci. Ils ont, en l'espace de quelques mois, réalisé un travail remarquable et leurs projets sont légion. Il faut vraiment saluer leur formidable dynamique qui nous pousse dans nos retranchements en nous amenant coûte que coûte vers une technologie de plus en plus sophistiquée mais probablement efficace et nécessaire. Nous sommes impatients de nous connecter au congrès virtuel du CAOS qui aura lieu les 25 et 26 juin prochains. Beaucoup seront surpris autant par la forme très particulière de ce congrès virtuel mais immersif que par le fond. Nous les félicitons tous chaleureusement.

De nombreuses interrogations se posent avec les nouvelles technologies, les robots, l'intelligence artificielle. Comment se former ? Quelles

BOF

infos

Bulletin des Orthopédistes Francophones
organe de liaison édité par la SOFCOT

sommaire interactif

éditorial

Congrès SOFCOT 2021 : retrouver rapidement
une vie normale 1

journal de confinement

Journal de confinement :
Lyon, 17 mars-11 mai 2020..... 3-23

caos

- CAOS : l'invitation au voyage !..... 24
- Lettre ouverte aux jeunes chirurgiens orthopédistes
concernant les technologies CAOS 25
- Faire un Master 2 dans les solutions de Chirurgie
Assistée par Ordinateur (CAOS), avantage
déterminant dans la course actuelle
aux révolutions numériques 26-27
- Adhésion à CAOS-France : rejoignez-nous !..... 27
- CAOS-Recherche : les chercheurs en Chirurgie
Orthopédique Assistée par Ordinateur 28
- CAOS-Recherche : apport des axes d'inertie 3D
dans l'évaluation des valeurs angulaires
de la ceinture pelvienne et de l'articulation
coxo-fémorale : apport dans la CAO 29-33
- Les premières Journées CAOS France 34
- Pourquoi un projet CAOS ? 35
- Projet CAOS : équipe épaule..... 35-37
- Projet CAOS : équipe hanche 37-42
- Projet CAOS : équipe genou 42-44
- Projet CAOS : équipe pied-cheville 44-48
- La planification et la responsabilité médicale
à l'épreuve de l'intelligence artificielle 48-49
- *International Society for Computer Assisted
Orthopaedic Surgery* 50
- Les podcasts de la SOFCOT..... 50

fixation externe du squelette

Apport de l'école d'orthopédie montpellieraine
dans la fixation externe du squelette : évocation
historique, un devoir de mémoire 51-64

sécurité des données

Comment envoyer des mails sécurisés,
sans messagerie sécurisée ?..... 65

SOS Birmanie

La Birmanie : un pays bien lointain et pourtant ... 66

compte rendu

Un an de fellowship au CHU de Québec 67-69

réunions scientifiques Cliquez ici



SOFCOT
Congrès de la Société Française de
Chirurgie Orthopédique et Traumatologique

9-11
NOVEMBRE 2021
PALAIS DES CONGRÈS,
Paris, France



sofcot-congres.fr

vont être nos obligations ? Que va devenir l'état de l'art ? Quels investissements ? Pour qui ? Vous trouverez une partie des réponses dans ce numéro mais sachez que tout cela sera abordé et débattu en novembre prochain lors du congrès de la SOFCOT.

D'ailleurs, le numérique est déjà largement installé dans nos cabinets médicaux. Nous sommes tous connectés avec nos patients, nos correspondants, les caisses d'assurance-maladie, les services de l'État. Combien d'entre nous gèrent ces connexions selon les bonnes pratiques ? Il nous appartient de vous avertir que la réglementation sur la protection des données (RGPD) est très stricte, des contrôles aléatoires sont de plus en plus nombreux avec des sanctions parfois coûteuses. Vous trouverez dans ce numéro un message didactique du DPO de la SOFCOT, Antoine Poichotte,

qui vous rappelle les contraintes et les précautions à prendre lorsque l'on communique par mail avec des données sensibles. Il nous donne par ailleurs quelques conseils utiles pour être « dans les clous ». Il est probable que nous allons consacrer un prochain numéro à la protection des données dans un cabinet médical. Il s'agit d'un travail qui a déjà été initié par notre organisme d'accréditation ORTHORISQ.

Au cours de cette année, nous avons essayé de pallier la frustration liée à l'annulation de notre congrès, en vous proposant nos « SOFCOT live » qui sont régulièrement suivis avec des moyennes de 500 connexions. Cela traduit votre besoin de communication et de contact même virtuel. Nous vous rappelons que les « SOFCOT live », les « e-Learning » organisés par les sociétés partenaires et associées et la « e-formation » de printemps

sont totalement gratuits pour une connexion directe. En revanche, le replay est réservé aux membres adhérents de la SOFCOT à jour de cotisation. Il est toutefois possible de se connecter en replay dans le cadre d'une action DPC qui vous est proposée par notre organisme de DPC. Ces actions sont non seulement gratuites mais rémunérées.

Nous continuons à améliorer notre communication avec l'ensemble des chirurgiens orthopédistes via les réseaux sociaux. La SOFCOT est présente sur Facebook, LinkedIn, Twitter, Instagram et, pour rester au plus près de vous, nous travaillons actuellement au développement d'une application SOFCOT vivante toute l'année et pas seulement au moment du congrès. Nous espérons pouvoir vous la présenter physiquement en novembre prochain.

Notre futur congrès est sur les rails. L'appel à communication a eu un grand succès. Nous avons amélioré la collaboration avec les sociétés partenaires et associées qui deviennent de plus en plus partie prenante dans l'organisation du congrès. Nous avons travaillé à l'amélioration du parcours par spécialité afin de rendre notre congrès plus attractif et plus fluide. À cela se rajoutera nos forums de discussion, des déjeuners débats, de nombreux symposiums de l'industrie qui nous permettront de nous retrouver dans la convivialité. Nous avons pu inclure cette année, le 11 novembre dans le congrès afin d'éviter de vous faire perdre une journée de travail supplémentaire. Alors, dès maintenant, bloquez les dates sur vos agendas : 9, 10 et 11 novembre 2021.

Nos partenaires industriels ont répondu présent et nous les remercions de leur soutien.

Restez connectés, consultez régulièrement le site de la sofcot afin d'être tenus au courant.

À l'occasion de ce numéro, un grand merci à Philippe Merloz pour sa double casquette, fondateur du CAOS et rédacteur en chef dont l'investissement sans compter est primordial pour la diffusion des publications de la SOFCOT.

À bientôt à novembre

Philippe TRACOL, Président du CNP-COT
Luc FAVARD, Président de la SOFCOT



Orthopédie et traumatologie de l'enfant
À l'usage de tous les orthopédistes

Ce volume thématique est consacré à la chirurgie orthopédique et traumatologique de l'enfant et de l'adolescent. Il aborde tous les sujets essentiels de la spécialité à l'exclusion des sujets très pointus. Composé de 24 chapitres, l'ouvrage comprend :

- 21 Conférences d'enseignement, parues dans les 15 dernières années et mises à jour; 3 d'entre elles ont été entièrement refondues pour mieux s'adapter à la pratique actuelle.
- Un chapitre original, ECMES (embrochage centro-médullaire élastique stable).
- Deux chapitres sur l'arthroscopie de l'enfant provenant de l'EMC et de l'ouvrage « L'Arthroscopie » publié par la SFA.

Ces textes traitent des sujets courants en traumatologie et orthopédie pédiatriques - entorses du genou, fractures des membres, épiphysiose fémorale supérieure, inégalité de longueur des membres inférieurs, pied plat valgus, luxation congénitale de hanche etc. Ils ont été sélectionnés pour répondre aux besoins des orthopédistes adultes qui sont parfois amenés à prendre en charge des enfants, notamment en traumatologie, et des jeunes orthopédistes qui souhaitent se spécialiser en orthopédie pédiatrique.

ELSEVIER

Disponible en librairie ou sur www.elsevier-masson.fr

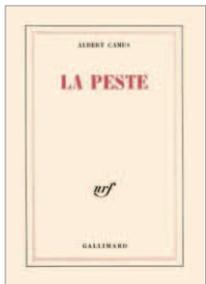
Journal de confinement

Lyon, 17 mars-11 mai 2020

Par Rémi KOHLER

1. Ce n'est qu'un virus mais il change le monde : une crise sanitaire, économique et politique

« Les curieux événements qui font le sujet de cette chronique se sont produits au printemps 2020, à Lyon. De l'avis général ils n'y étaient pas à leur place, sortant un peu de l'ordinaire... »



Ces lignes paraphrasent l'incipit de « La peste » de Camus, livre publié en 1947, dont les ventes explosent (comme « Le hussard sur le toit » de Giono, ou « Quarantaine » de Le Clézio).

Citons aussi Saint-Exupéry, son presque contemporain, dans « Pilote de guerre » (1942) : « Il est arrivé parfois qu'un désastre ayant détraqué la belle machine administrative, et celle-ci s'étant avérée irréparable, on lui a substitué, faute de mieux, de simples hommes. Et les hommes ont tout sauvé ».

La théorie du cygne noir, rappelée par le Président chinois Xi Ping, est une métaphore pour évoquer des événements imprévisibles et très peu probables, mais qui, s'ils se réalisent, auront des conséquences majeures car on n'aura pas pu les prévenir ; elle se complète par celle du rhinocéros gris, un animal irritable, qui illustre un autre type de risque, certain et prévisible, permettant de mettre en place des comportements préventifs... mais que nous nous refusons à voir (exemple : le changement climatique).

Les cinq jours (12, 14, 15, 16, 17 mars 2020 - pas le vendredi 13...) sont notre cygne noir, marquant pour la France, pour chacun de nous, le début d'un tsunami : la France est en guerre, contre un ennemi invisible, la France est « fermée », confinée.

Cette épidémie va marquer pour longtemps notre histoire... À commencer par son impact sanitaire, lié à sa contagiosité et à sa mortalité. Dans un passé récent, et si l'on écarte l'épidémie de VIH des années 1980, il faut re-

monter un siècle en arrière avec la mal-nommée « grippe espagnole » (1917-1919) pour déplorer un fléau d'une telle ampleur (environ 50 millions de morts), soit 2 à 3 fois plus que ceux de la Grande guerre (19 millions en tout, civils et militaires).



Epidémie d'ailleurs faiblement rapportée lors des commémorations récentes de l'armistice de 1918 ! Autre fait remarquable, c'est aussi à cette époque (1915-1916) que les services de santé ont opéré une mutation radicale dont les principes restent d'actualité et sont mis en œuvre dans cette guerre sanitaire. Enfin, la révolution des techniques numériques et de communication (Internet, réseaux sociaux) a donné un éclairage majeur à cet événement planétaire, quasiment en temps réel.

Rédiger un tel « Journal de confinement » me permet de me rappeler les grandes étapes (même si cette épidémie fera évidemment l'objet de publications et de films documentaires). Mais surtout me permet d'exprimer un ressenti ; de multiples éditoriaux, tribunes, journaux télévisés en quasi continu nous inondent de débats, de chiffres, d'opinions ; écrire en associant « humeur et réflexion » permet de prendre un peu de hauteur face à cet emballement, face aussi aux « éléments de langage ». Bref, organiser sa pensée pendant cette période hors norme est une raison suffisante pour en garder une trace. Tout en restant humble, face à ces événements qui nous dépassent : l'ignorant affirme, le savant doute, le sage réfléchit...



Note de l'Auteur

Mars 2020, il y a un an presque jour pour jour débutait le premier confinement : une « guerre était déclarée » et l'état d'urgence sanitaire décrété, avec un bouleversement de nos vies, de notre économie, sur fond de sémantique inédite !

Mars 2021, c'est l'heure des premiers bilans de cette pandémie : 100 000 morts en France et 3 000 000 dans le monde, apparition de nouvelles pathologies (Covid long), une économie sous perfusion, une dette publique abyssale. Et l'apparition d'une nouvelle « drôle de guerre », avec ses « vagues » successives que l'enlèvement vaccinal n'arrive pas encore à juguler...

Ce modeste témoignage, écrit au fil du printemps 2020, nous remémore cette étrange parenthèse qui restera dans l'Histoire.

Rémi KOHLER

NB : Quelques pistes de lecture proposées dans la Lettre du CNP-COT n° 33 « Covid 19 : une épidémie sanitaire et éditoriale », apportent des regards variés sur cette année écoulée ([Cliquez ici](#)).

Cette chronique « Covid-19, un virus qui change notre monde » (sans doute empreinte de « style médical ») est illustrée de quelques photos quotidiennes emblématiques de cette longue traversée de tunnel, et parsemée de citations glanées au fil des années ; comme le dit le philosophe Paul Janet (1823-1899), « un bon esprit trouvera toujours un plaisir extrême dans les pensées d'autrui ».

Sources : Le Monde, « Tracts de crise » Gallimard, Le Un, Le Point, L'Obs, Journal du Dimanche

Poème du quinquina

LA FONTAINE, 1682

Chant premier

.....
Pestes, fièvres, poisons répandus dans les airs.
Pandore ouvrit sa boîte ; et mille maux divers
S'en vinrent au secours de notre intempérance.

.....
Ayant parlé du pouls, le frisson se présente.
Un froid avant-coureur s'en vient nous annoncer
Que le chaud de la fièvre aux membres va passer.

.....
On respire avec peine, et d'un fréquent effort :
Tout s'altère ; et bientôt la raison prend l'essor.
Le médecin confus redouble ses alarmes.

.....
Que si l'excès vous jette en ces ferments divers,
Ne vous figurez pas que quelque humeur impure
Se doive avec le sang épuiser dans nos corps ;
Le quina s'offre à vous, usez de ses trésors.

2. Le « corona-virage » : 12-17 mars 2020

« Il y a ce qui dépend de nous, et ce qui ne dépend pas de nous ». Epictète

« La vie, c'est ce qui nous arrive quand nous avions prévu autre chose ». John Lennon

C'est l'histoire d'un virus, le coronavirus (car il a une couronne) ; non, Mr Trump, ce n'est pas un virus « chinois » !

Nom, prénom : SARS-Cov-2, responsable de Corona virus disease 19.

On sera CoViD-19 positif (ou négatif) ... va savoir faute de tests !

C'est un gros virus ! près de 200 nm (rappel : un nanomètre = un millionième de mm).



Corona virus, Pierre Mouriquand, 2020

Soyons simples et restons-en à « Corona virus », nom qui va s'imposer dans la bouche de tous les humains de cette planète ; virus qui va changer le monde. Son génome sera

identifié début janvier par les chinois, infirmant toute manipulation génétique ; n'empêchant pas les théories complotistes (partagées par 20 % des Français !) ; son mode de transmission interhumaine va déclencher la panique.

« Corona » ça sonne bien, comme le nom de cette bière qu'appréciait Chirac ! Et ça se décline : corona-sceptique, corona-virage, corona-fund...

Bref retour sur 3 mois d'emballlement : c'était hier, mais il y a très longtemps !

Ce virus apparaît en Chine, vers la fin novembre 2019 ; transmis (peut être ?) par un pangolin... « Ce coup d'arrêt qui provient d'un petit animal qui ressemblerait à un Panzer vêtu par Paco Rabanne » S. Tesson.



Un médecin chinois, Li Wenliang, courageux lanceur d'alerte, s'est vu interdire *manu militari* de dire ce qu'il avait compris (la Chine n'est pas vraiment un pays démocratique !). Et il est mort (de ce virus). Mais... La Chine, c'est loin et ce sont de drôles de gens...



En Italie du Nord, beaucoup de cas sont observés début février ; ce n'est pas loin, la Lombardie, mais... « les Italiens sont insouciants et leur système de santé approximatif ».

En France, la sonnette d'alarme est tirée début février : premier cas confirmé puis quelques autres (on parle de pandémie localisée dans quelques foyers (on dit cluster). Et, à Mulhouse, du 14 au 24 février, plus de 2500 personnes se réunissent dans une grande halle transformée en église (Eglise évangélique « Porte ouverte »... au virus !!). Ce sera une bombe à retardement.

Mais dans notre pays, « où l'on est intelligent et où l'on donne des leçons », on est plus occupé par le triste feuilleton parisien de « l'affaire Griveau ». Mais assez vite on entend parler de stade 1, 2, bientôt 3, « épidémique », le mot est lâché ; du premier mort début février, dans l'Oise, des premiers hôpitaux confrontés à un afflux soudain de patients toussEURS puis en détresse respiratoire ; cette « grippe » semble très contagieuse, et avec une létalité beaucoup plus importante...

La chronologie précise de ce court trimestre sera rapportée dans quelques mois, quand on reprendra tout le film de cet événement mondial ; mais là, la contagion s'embrace depuis la Chine : en Europe, en Iran et aux Etats-Unis ; c'est une pandémie : le 20 mars, 157 pays (sur 198) sont touchés, avec plus de 200 000 cas et déjà plus de 9 000 morts.

Chez nous, un tournant va s'opérer entre le 12 et le 17 mars. Auparavant, soyons honnêtes, personne n'avait imaginé ce qu'il adviendrait ; ce sont les mêmes, qui plus tard reprocheront au gouvernement son impéritie, le taxent début mars « d'en faire trop ». Et les experts eux-mêmes, une dizaine qui vont constituer dès le 10 mars un « conseil scientifique », au plus près du Président, ne perçoivent pas tous, comme ils le reconnaîtront, l'ampleur de la situation. Mais ils apprendront, vite, sur cet intrus.

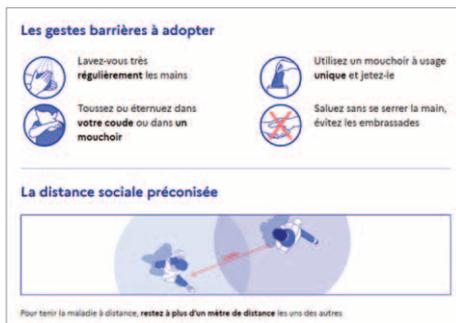
Les médias et leurs ténors soit nous rassurent, soit nous effrayent ; et pour cause : ce nouveau virus, dont on sait qu'il est chaque fois très différent de ce qui a été constaté dans les épidémies précédentes, ne rentre pas facilement dans des modèles mathématiques, des hypothèses. Un virus, par nature, est facétieux, va imposer son histoire naturelle, son calendrier : Macron ne sera pas ici le « maître des horloges », pas plus que Trump n'imposera ses règles pour son nouveau monde... Et avec la peur, s'installe la désignation d'un bouc émissaire, le péril jaune : les « asiatiques » de Paris sont montrés du doigt...

12 au 17 mars : la semaine où tout va basculer, sur fond d'épine irritative : les municipales

Des « bonnes pratiques » au confinement.

JeuDi 12 mars, 20 h : premier grand discours de Macron : « la plus grande crise sanitaire depuis un siècle »... à partir de lundi 16, fermeture des écoles, crèches et universités, mise en avant de « gestes barrières »,

maintien du 1^{er} tour des élections municipales, 3 jours après !



Vendredi 13 mars : calme avant la tempête... c'est un vendredi 13 !

Samedi 14 mars : E. Philippe annonce que l'on vient de passer au stade d'épidémie et décrète, dès minuit ce même jour, la fermeture des bars, restaurants et commerces « non essentiels » ; mais on votera demain !

Dimanche 15 mars : vote avec une abstention à 60 %, du jamais vu...mais ce n'est pas (plus) des résultats qu'on parle, mais du probable « non deuxième tour »... Toutefois, ce même dimanche, une météo printanière aidant, de nombreux Français se retrouvent encore à l'extérieur, dans les parcs, le long des rives, etc. sans précaution particulière ou réelle compréhension des enjeux.

Lundi 16 mars : deuxième allocution de Macron « en guerre contre un ennemi invisible » Pas de 2^e tour, restrictions de sortie (on ne dit pas « confinement » !) dès le lendemain midi, sous peine de contravention et pour 15 jours au minimum. « Restez chez vous » devient le leitmotiv, incrusté sur tous les écrans de télévision.



Pourquoi ce virage « chaotique » ?

Si le pouvoir veut être irréprochable dans sa gestion de la crise, la nécessité de la transparence doit se coupler avec un discours clair et compréhensible. Ici, on a vu une « com' » empreinte d'amateurisme : annoncer ces mesures restrictives (qui inquiètent) et indiquer que l'on peut en même temps « sans risque » se déplacer pour aller voter... cherchez l'erreur (les dessous des décisions finalement

prises le 12 mars devront être élucidées) ; les appels martelés les jours suivants, pour respecter des mesures de protection de base et de « distanciation sociale », sous prétexte qu'elles sont suffisantes, mais on va vite apprendre qu'il y a pénurie de gel, de tests et surtout de masques. Si ce gouvernement ne semble pas responsable de la situation présente, il a cependant paraphrasé Coluche : « dites-moi quel est votre besoin, je vous dirai comment vous en passer ! ».

Ceci devra aussi être clarifié et l'opposition ne se prive pas de réclamer déjà une commission d'enquête ; et pourquoi pas un confinement plus strict encore ? Ne jetons pas la pierre à nos dirigeants ; la situation s'est aggravée subitement et il a fallu prendre en compte l'enjeu sanitaire (protection de la population et des soignants) mais aussi économique (ne pas tout arrêter car le pays doit « vivre », à défaut de « produire ») et, enfin, respecter les règles de la démocratie (avec ici un enjeu municipal important pour les Français). L'avis des experts compte, mais *in fine* c'est au pouvoir politique, au Président, de décider, la vraie « solitude du pouvoir ». En tout cas, « la guerre vient d'être déclarée » et l'union nationale, au moins de circonstance, serait précieuse pour la gagner.

Et ce mardi 17 mars, on assiste à l'exode de plus d'1 million de franciliens (près de 20 % de la population du grand Paris) qui sont partis sous des cieux plus cléments, quand d'autres se sont précipités pour acheter et stocker nourriture et papier toilette ! scènes habituelles en état de guerre...

Dans trois jours, ce sera le printemps !



3. Après la sidération, la vague déferlante approche, avec son corollaire de questions (21-23 mars)

Les « compteurs tournent vite » (lors des points presse quotidiens du Ministre de la Santé et du Directeur Général de la Santé, quatre indicateurs sont présentés : nombre de patients déclarés CV positifs, nombre d'hospitalisés, nombre de cas sévères en réanimation, nombre de décès). Les chiffres se télescopent sur les écrans et sont sans

cesse revus à la hausse, rapide, à l'instar de l'Italie que l'on suit, avec une dizaine de jours de retard (800 décès dans la seule journée du 21 mars en Italie du Nord). Si c'était un Téléthon, on verrait les compteurs tourner en continu : 10, 20, 100... Avec des caps symboliques (500 morts franchi, bientôt celui des 1 000 en France).

Mise à jour du 21 mars

- 163 pays atteints (sur 198).
- Dans le monde : 272 000 personnes infectées, 12 000 morts, dont en Europe respectivement : 128 000 et 6 000.
- En France : 15 000 personnes infectées (dont 1 500 graves), 600 décès.

Mais on s'habitue à tout ou presque ; pourtant, derrière ces chiffres, il y a beaucoup de souffrance (cérémonies mortuaires avortées, personnes âgées isolées qui ne reçoivent plus de visites, etc.). Attendons toutefois que le virus contamine sévèrement un proche où une personnalité connue. Et notre vision changera d'un coup !

Et la pandémie n'a pas encore (ou très peu) atteint l'Afrique.

Que pourra-t-on faire (ou ne pas faire) alors, dans ce continent sanitaire défavorisé ? Les réactions de touristes bloqués dans les aéroports, qui veulent fuir au plus vite ces pays où ils craignent pour leur vie, résument toutes les craintes.

Les hôpitaux et les soignants vont-ils tenir le choc ?

Il y a des régions critiques, comme le Grand Est ; mais jusqu'à quand les régions épargnées le resteront-elles ? Les soignants, devant des capacités de soins arrivées à saturation, appellent solennellement les citoyens à rester confinés chez eux et les pouvoirs publics à les y contraindre (23 mars). Ils font preuve d'un dévouement sans faille. Le « triage » médical (terme qui date également de la Grande guerre et qui se pratique déjà dans certaines circonstances) va se trouver acutisé : un document de « Priorisation de l'accès aux soins critiques dans un contexte de pandémie » a été diffusé et l'éthique médicale va être mise à rude épreuve.

En tout cas une « perte de chance » pour certains patients sera malheureusement inévitable (difficultés d'accès aux services de régulation, moindre disponibilité de lits de soins intensifs pour les autres urgences vitales, etc.). Et les EHPAD sont à la peine, et risquent de bientôt faire l'actualité.

Ne comptons pas sur le printemps et les beaux jours (qui accompagnent le stade initial de cette épidémie) pour inactiver le virus ; tout au plus a-t-il favorisé des réunions de grande ampleur dans les lieux publics, comme les dimanches de juin !! Bienvenue au virus et aux « cons-finis », non confinés, parce que « ça ne les concerne pas ! »

Un traitement prometteur : vraie ou fausse bonne nouvelle ? Un infectiologue de renom, le Pr Raoult à Marseille, peut-être desservi par son look marginal de druide gaulois, ou de rocker) a fait une annonce forte sur YouTube : *Covid 19, fin de partie ?* Des réserves sur ce sujet, mais l'expérimentation d'un traitement à la chloroquine, qu'il propose contre le virus, a néanmoins commencé : pas grand-chose à perdre ! Et puis Donald Trump, le plus malin de tous, comme il le dit lui-même, « *sent que ça va marcher* » face à cette épidémie causée par un « virus étranger », alors...



L'activité économique de base va-t-elle se maintenir ?

Sécurité, propreté, commerces alimentaires sont dans l'ombre, à côté des soignants et pourtant bien utiles à la vie quotidienne.

Le « droit de retrait » de ces salariés risque de s'étendre, parfois légitimement vu les manques de mesures de protection attribuées. Boom des plateformes de livraison à domicile.

L'impact économique

Il commence à poindre malgré le plan d'urgence de soutien (chômage partiel), en particulier dans le tourisme, le transport, le commerce, la restauration, la culture (les intermittents), etc. Mais les grandes sociétés (Air France, aéroports, industrie automobile, etc.) ne sont pas épargnées. L'avenir est sombre...

Chronique d'une faillite annoncée pour les plus pauvres, les plus impactés par cette crise, qui ne pourront pas garder la tête hors de l'eau. Qu'importe aussi la sémantique boursière (krach ? ou réajustement salutaire !!!), l'économie va mal, très mal. Ce n'est que le début.

Pour passer ce cap, encore lointain, quelles mesures permettront le redémarrage d'une activité exsangue ? Nationalisations ? Injections de fonds ? Des chiffres inimaginables (1 000 milliards en Europe !) « *Whatever it takes* » C. Lagarde ; « *Quoi qu'il en coûte* » E. Macron... Oui mais comment ? Un nouveau « plan Marshall » ? Un impôt corona-virus ? Il est bien trop tôt pour y répondre... Et est-il possible, voire décent, de gérer simultanément ce versant économique avec la crise sanitaire qui s'annonce comme du jamais vu ? Et pourtant... quelle bombe à retardement !

La communication

Celle des politiques a toujours un train de retard. Les tergiversations du gouvernement ne sont plus admissibles : le choix des éléments de langage, relayés par des porte-parole sont ici un modèle caricatural : par souci « d'acceptabilité sociale », les mesures décidées (qui s'abritent derrière un « conseil d'experts scientifiques » sont graduées et pas assez drastiques, faisant fi d'exemples disponibles (Chine, Italie, etc.) ; « *restrictions de sortie pour 15 jours au début* » disait E. Macron le 16 mars, sans employer le mot « confinement ». Mais tout le monde sait bien que ce devrait être un « confinement strict de 4 à 6 semaines » (à quand l'extension et le durcissement de ce confinement voire avec couvre-feu, déjà ordonné dans quelques communes et annoncé par des sirènes, rappelant un proche passé que certains « anciens » ont connu, et l'interdiction des marchés alimentaires de plein air ?). L'augmentation du montant des amendes ne suffit pas visiblement à stopper les échanges de virus ! Encore beaucoup de réfractaires (bêtise ou bravade stupide) qui s'épanchent lors de micro-trottoir, sans intérêt et contre productifs. Saluons toutefois la désormais transparence affichée et réelle de nos dirigeants (santé, intérieur, armées) avec des entretiens réguliers et des « points presse », objectifs et pondérés.

Enfin, et tant mieux, « l'union nationale » des dirigeants politiques et syndicaux semble (presque) réalisée. Malgré quelques fausses notes (« l'affaire Buzin », l'indisponibilité de

masques pour cause de stocks non renouvelés), le gouvernement fait ce qu'il peut, plutôt bien, avec une opinion publique derrière lui. Mais il faudra craindre un retour de flammes, une fois la crise passée. Bonjour le nouveau feuilleton « responsable mais pas coupable », selon la déclaration de G. Dufoix en 1991 dans l'affaire du sang contaminé...

Et aussi une communication non-stop des médias, une « infodémie » : la presse, avec un florilège de « Unes » reconnaissantes (« Soignants au front MERCI » titrait Libération le 20 mars), la télévision qui reprend du service, après une désaffection progressive, quasi en boucle et dans des conditions techniques chamboulées (par visio-communication à tout va, distanciation oblige), avec toujours un attrait pour le « scoop » mais donnant néanmoins des infos sérieuses (sur les masques, sur les traitements curatifs et vaccins attendus, etc.) Ceci grâce au recours à des experts de l'infectiologie-virologie, cliniciens et urgentistes. On serait tenté de parler de « télé-médecine » d'un autre genre, oscillant entre discours alarmistes et rassurants. Ces nouvelles stars médicales, comme l'étaient les « généraux experts » pendant la guerre du Golfe, contribuent à une pédagogie bien comprise, substratum de l'adhésion du grand public aux mesures de confinement en cours et à venir. Macron l'annonce d'ailleurs dans son discours du 16 mars : « *...un principe nous guide pour définir nos actions : c'est la confiance dans la science ; c'est d'écouter celles et ceux qui savent...* ».

Et la place immense des réseaux sociaux est une autre vague déferlante avec, comme toujours, le meilleur (les appels à la solidarité) ou le pire (fake news et approximations) : nous voyons des « coronologues » à 2 sous qui parlent de ce qu'ils ne connaissent pas : une étude épidémiologique montrerait à coup sûr que le nombre de personnes disant savoir ce qui aurait dû être fait contre la pandémie explose !

Là encore, le « cas Raoult » est un exemple caricatural des réseaux sociaux : en le starisant, ils confortent la communication mégalomane de ce trublion, avec des messages en forme de « prescription numérique » pour obtenir une distribution de ce traitement miracle, tandis que ses collègues et pairs préconisent la prudence, l'éthique et la méthodologie (essais cliniques randomisés).

4. Fin de la « drôle de guerre », le combat va commencer

« Là où croît le péril, croît aussi ce qui sauve »
F. Hölderlin.

Les prévisions se confirment avec une accélération des contaminations, des hospitalisations, des décès. Celui d'un médecin urgentiste de l'Oise (premier cluster) atteint par le virus marquera les esprits, comme « premier héros tombé au combat » : choc médiatique de même ampleur que la survenue du « premier cas français » déclaré mi-février, puis du « premier décès » d'un patient. Rien d'étonnant vu ce que rapportent les généralistes qui souvent ne disposent pas encore de masque [NB : des préparateurs en pharmacie ne sont pas protégés, les pharmaciens oui (surréaliste)].

La démocratie reste à la manœuvre : le vote par le Parlement du dispositif d'urgence sanitaire encadre (toujours réglementairement) des dispositifs pour cette bataille.

Des mesures adaptées sont mises en œuvre, mais seront-elles encore suffisantes dans... une semaine ? Transfert de patients pour décongestionner les centres débordés (un navire porte-hélicoptères de Corse vers Marseille, navettes en Airbus depuis Mulhouse, TGV sanitaires) procédure qui rappelle les convois sanitaires à partir de 1915 ; un premier « hôpital de campagne », en appui au CH de Mulhouse, qui rappelle là encore les HOE « Hôpitaux d'étape » de 14-18 est en cours d'installation... On le voit, tout a déjà été pensé lors de la « Grande guerre », il y a 100 ans... !



Ou moins adaptées : toujours une pénurie de masques (en particulier pour les soignants,

les EHPAD ++, et toutes les professions exposées aux contacts), des tests de dépistage du CV en nombre très restreint... avec donc des indications restreintes, très loin de permettre un dépistage généralisé. Le discours officiel ne fait que « masquer » cette insuffisance de masques. Mais ce n'est pas (encore) l'heure d'en débattre...

Une solidarité forte de la population s'exprime envers ses « soldats blancs », soignants et infirmiers qui, selon S. Tesson « se pressent aux postillons comme les pompiers aux flammes » (NB : c'est une figure de rhétorique : une paronomase !). Sans oublier beaucoup d'autres acteurs « essentiels » de cette crise (les hôtes de caisse, les commerces alimentaires, les éboueurs, les livreurs, les conducteurs de transports publics, les facteurs, etc.). Sans eux pas de fonctionnement du pays, pas de salut pour les confinés.



Des applaudissements nourris tous les soirs, à 20 h aux fenêtres et sur les balcons, des gestes généreux comme la distribution de pizzas, viennoiseries, de bons plateaux repas élaborés par des chefs cuisiniers « les chefs avec les soignants », des transports gratuits, moto-taxis pour transporter des infirmières, des lieux de résidence mis à disposition à proximité de l'hôpital pour des personnels épuisés, une fabrication de masques en tissu par des couturières bénévoles, une cagnotte en ligne pour l'achat de matériels médicaux, etc.



Ces gestes sont bien perçus par les soignants, comme des remerciements et encouragements, étonnés toutefois car, disent-ils, ils ne font que leur travail et n'avaient pas jusqu'ici reçu la reconnaissance statutaire et

financière correspondante à leur engagement (précarité des soignants en EHPAD ++ qui parfois vont jusqu'à loger dans l'EHPAD où ils travaillent pour être au plus près des résidents dont ils ont la charge, maintenant isolés de leur environnement affectif). Coïncidence : cette crise aiguë survient dans le sillage d'une autre, chronique, de l'hôpital public et particulièrement des urgences, qui a débuté il y a tout juste un an : crise laborieusement « confinée », mais pas éteinte, par une ministre tout récemment démissionnaire ! Nos gouvernants en tireront-ils toutes les conséquences ? Et comme toujours, que restera-t-il, dans quelques semaines, de cet élan solidaire ? Rappelons-nous les policiers, remerciés (et embrassés) après les attentats de Charlie, puis attaqués physiquement et verbalement lors de la crise des gilets jaunes (*suicidez-vous !*), et les pompiers salués après l'incendie de Notre-Dame et maintenant attaqués, vandalisés !

5. Le tournant du 24 mars : « l'ennemi invisible » nous a envahi

Triste bilan d'entrée en guerre... Au compteur, des chiffres « sanitaires » désastreux.

Vingt mille cas d'infection (+ 3 000 en un jour), 860 décès (+160), 5 médecins « morts au combat » en 3 jours (2 urgentistes et 3 généralistes), 20 résidents d'un EHPAD vosgien décédés... un drame pour les familles, pour le personnel aussi ++. Et ce n'est qu'un début. « Préparez-vous car ça part vite, ça part fort et ça fait vraiment mal quand ça arrive ! » nous disent deux urgentistes de Colmar et Mulhouse. Et toujours ce « SOS donnez-nous des masques », on sent pointer un « scandale sanitaire » malgré les bonnes paroles d'un ministre de la santé dépassé (comme pour les tests), mais ici non coupable ++. La Chine nous « dépanne », ironie de l'histoire... ! Oui, « le retour à la normale n'est pas pour demain ».

Consternation par cette nouvelle réponse « graduée » du gouvernement suite aux appels au secours des médecins de terrain « confinez-vous » : interdiction de sortie en groupe et fermeture des marchés en plein air, mais dérogations possibles, à la discrétion des maires ; des mesurette hypocrites, mais avec toujours l'impératif économique en toile de fond. Quid du « conseil scientifique », qui semble mutique, pour un vrai durcissement de ce confinement ? Et quid de cette chloroquine ? Dans les médias, on voit apparaître des avis de nouveaux

« experts » comme C. Estrosi en personne... On rêve : le maire d'une grande ville qui se prononce sur ce traitement soi-disant miracle ! « *Je ne suis pas médecin, mais je pense que...* ». Se savoir ignorant n'empêche plus de clamer « sa vérité » ; les vrais spécialistes, eux, ont un vrai savoir et surtout savent également dire ce qu'ils ignorent. Dans ce dossier devenu polémique, le gouvernement se verra reprocher sa frilosité si ça marche, son irresponsabilité si il y a des accidents, et l'on comprend ici sa prudence sur ce traitement, qui n'est pas sans risque (bonne intervention de R. Bachelot sur ce sujet sur France 5). Ne donnons pas de faux espoirs, c'est une question d'éthique ! dit Françoise Barré-Sinoussi, prix Nobel de médecine.

Coïncidence : en Chine, levée progressive ce jour du confinement. Dans ce régime, peu démocratique s'il en est, il avait débuté il y a 3 mois juste après le début de l'épidémie, très strict avec une police qui ne « rigolait pas ». Où en sera-t-on en France dans 2 mois, après avoir tergiversé et fait fi de leur exemple, ici très probant (peu de bévues face à cette épidémie hormis les attaques contre ce médecin lanceur d'alerte, réhabilité après être mort du CV). Retenons leur capacité à construire en 10 jours un hôpital de 2 500 lits, et aussi leurs « robots de soins » qui vont au contact direct des patients infectés, les examinent, les divertissent !!

Pourquoi cette schizophrénie ?

Pour essayer de comprendre ce qui se passe chez nous, je cite les propos du secrétaire général de l'Elysée, Alexis Kohler, numéro 2 de l'Elysée, bel exemple du « *en même temps* » (JDD du 22 mars) : « *Dès le début nous avons appliqué 2 principes : la confiance dans la science - et la nécessité de tirer les enseignements de ce que disent les experts - et, d'autre part, le principe de proportionnalité au regard d'un objectif sanitaire - la protection des Français - mais aussi des conséquences sur la continuité de la vie économique, sociale, démocratique* ».

Ces propos semblent contredits par ceux de B. Le Maire, notre ministre de l'économie, qui plaide ce jour devant ses collègues européens pour s'affranchir temporairement des mécanismes de régulation européens : « *Quand on compte ses morts, on ne compte pas ses milliards* » Bravo ! Cela rejoint une tribune du Monde « *La limitation de la casse économique ne doit pas prévaloir sur la limitation de la casse sanitaire* » et ce billet

intitulé « *Un pognon de dingue pour l'hôpital : le système de santé n'est pas un coût, il crée lui aussi de la valeur. Alors en attendant les décisions de rupture, on applaudit* ». Il y a deux jours, E. Macron disait (vraie humilité ?) dans un entretien à ce même JDD : « *Face à cet état de guerre, chaque jour on essaie de corriger les erreurs que nous avons faites la veille* ». Alors, s'il vous plaît, Monsieur le Président, CONFINEZ STRICTEMENT, avant qu'il ne soit trop tard.

6. Confinement généralisé : 25 mars (jour 9)

Ce comptage rappelle celui du récent (et triste) mouvement des gilets jaunes avec ses samedis successifs de manifestations qui étaient autant d'« actes », plus d'une cinquantaine ! Ce confinement est appelé à durer longtemps, 4 à 6 semaines et « *le retour à la normale n'est pas pour demain* » annonce Edouard Philippe.

Surtout, avec l'Inde qui vient de le décréter, c'est maintenant entre un tiers et la moitié de la population mondiale qui est ainsi confinée (en attendant que le continent africain rejoigne (bientôt) ce vaste club). C'est sans précédent ! BoJo (Boris Johnson) est rentré dans le rang également.

Ce n'est pas le cas toutefois du « chef de guerre » Donald (Trump) qui trouve cette « *procédure inappropriée parce qu'arrêter l'économie du pays le plus évolué du monde (et de loin) lui ferait plus de mal que le « virus chinois » en créant une récession* » (une parade semble être l'achat massif d'armes à feu !). Sourions avec la « trumperie » du jour : « *Est-ce que ce ne serait pas génial d'avoir toutes les églises pleines pour Pâques (12 avril) ?* Et Bolsonaro, son « petit chien », continue à serrer des mains *larga manu*, c'est le cas de le dire, dénonçant l'hystérie mondiale face à cette gripette...



Confinement sera bien sûr le mot qui restera, à côté du nom de son responsable, le coronavirus : où es-tu confiné ? Amitiés confinées ! Bon confinement ! (comme

« bonne continuation » au restaurant !) voire *confinade* comme cousinade ! Etonnant, quand celui qui l'a déclenché (Macron, discours du 16 mars) a soigneusement évité de prononcer ce mot ! Confiné pour se protéger du virus, alors que précédemment, lors d'une grippe, on restait chez soi pour ne pas le disséminer ; pour cause de confinement on ne peut offrir aux morts que des « obsèques dans la plus stricte intimité ». Les gros titres de la presse font maintenant rentrer chez eux les derniers rétifs : « *Dans l'enfer de Mulhouse* », « *La catastrophe dans les EHPAD, on y est !* », « *La barre des 1 000 morts a été franchie* ». Et un appel à l'aide de Martin Hirsch, Directeur de l'AP-HP, pour renforcer une réserve sanitaire. « *Paris martyrisé mais Paris libéré* »...

What else ? Les autres sujets déjà soulevés, s'acutisent également : « *Soignants : les (misérables) salaires de la peur* » « *Le Pr Raoult : l'infectiologue devenu viral* » (qui publie demain son livre « *épidémies et fausses alertes* ») « *L'affaire des masques : un scandale d'Etat ? G. Larcher favorable à une commission d'enquête* »... L'union sacrée vient de voler en éclats. La transparence est décrétée par le nouveau ministre, dont acte !

Albert Uderzo, le papa du jeune sexagénaire Astérix, dessinait en visionnaire le coronavirus (La Transitalique, 2017) mais n'a pas eu le temps de « croquer » le Pr Raoult, le druide ou barde Gaulois !



Jean-Jacques Goldman, le chanteur préféré des Français très (trop) discret, vient de chanter une chanson hommage aux soignants, « *sauver des vies* » (YouTube) dérivée de son titre de 2009 « *changer la vie* ».

Last but not least : E. Macron a annoncé « *un plan massif d'investissement pour l'hôpital et la revalorisation des carrières ; une réponse profonde et dans la durée...* » Ce sera la première bonne conséquence de cette épidémie : sortir ENFIN de la crise hospitalière !

7. Confinement, mode d'emploi : la « corona-résilience »

« *Tout le malheur des hommes vient d'une chose, qui est de ne savoir pas demeurer en*

repos, dans une chambre... Nous sommes entravés physiquement mais nous aurons le temps, pour une fois, de lire, de penser et même de méditer à loisir » Pascal, Pensées.

« Si le coronavirus épargne l'intégrité de notre organisme, il révélera la solidité de notre âme » Sylvain Tesson.

« Du fond de sa douleur de voir le monde dans un si monstrueux désordre, surgissait la satisfaction secrète de sentir l'ordre régner désormais dans son cœur » Heinrich von Kleist, Michael Kohlas.

Nous voici en état de choc

« Le temps a péri, l'espace a péri, ces deux conditions matérielles auxquelles la vie est soumise... étrange « *vita nuova* » pour la France » Jules Michelet.

La « prescription de confinement » a été du jamais vu, tant par sa soudaineté que par son extension : en 24 h, la vie extérieure s'est quasiment arrêtée : rues désertes sans trafic ni embouteillages (des vues aériennes par drones aussi belles que surprenantes), quelques rares passants qui semblent errer comme des contrevenants, silence rendant particulièrement audibles les sirènes des ambulances !



Ce calme inhabituel, joint à la douceur printanière, donne une atmosphère surréaliste. Déjà l'air s'est épuré (comme l'eau de Venise, devenue transparente !) Bref un répit pour notre planète, qui se quantifie déjà (chute des émissions de carbone).

Et notre vie personnelle a basculé, avec la perte de tous les repères qui scandent celle-ci (réunions en tous genres, déplacements, temps de loisirs et de convivialité) car « *c'est le propre de l'homme moderne que d'être occupé* » disait Paul Valéry ! La touche « *suppr* » de notre agenda personnel a effacé en un instant tout ce qui stratifie et organise notre emploi du temps.

Cette sidération, ce temps suspendu (ou mieux « retrouvé ») est agréable et n'a pas

duré longtemps, très vite comblée par une communication frénétique, devenue presque ingérable, sans doute pour pallier cette brutale rupture de lien social.

Les échanges, SMS, mails ou autres avec la création de groupes « confinement » se sont emballés : *WhatsApp* et *Messenger* ont, paraît-il, vu leur trafic doubler ; et, on l'a constaté de façon amusante, nos smartphones sont redevenus des vrais téléphones, qui permettent de se parler ! Ensuite, après cette première semaine « exceptionnelle », chacun peut et doit « réinventer sa vie », selon son lieu et type de confinement, son entourage, son tempérament... Nécessité de la réguler, voire de la ritualiser ; ce temps long qui s'offre à nous, vierge de toute obligation, est une occasion inespérée de « détoxification » comme nous y invite E. Morin.

Bien sûr il y a confinement et confinement, avec une nouvelle inégalité sociale à la clé ! Campagne ou ville, espace plus ou moins exigü, avec ou sans jardin ou terrasse, seul ou en couple, avec ou sans enfants, SDF... Et bien (ou mal) équipé en « écrans » variés.

Un exemple parmi d'autres : la fameuse « continuité pédagogique » peut-elle toucher les 1,2 millions d'élèves (10 % de la population scolaire) vivant dans des familles défavorisées (par la langue, l'absence d'ordinateur, un smartphone pour toute la famille, etc.).

En résumé, les riches vont mieux « confiner » que les pauvres ! Que l'on parle de m² chez nous à la maison, ou de systèmes de santé à l'échelle des pays (l'Inde ou l'Afrique, encore préservée mais...).

Confinés et connectés ou « comment s'en sortir sans sortir » ?

Ce n'est pas ici le plus important que de mentionner les offres multiples de l'environnement numérique pour prévenir l'ennui, et pallier une solitude éventuelle : jardinage, culture, lecture, écriture (comme ce « journal »), télévision (+ une heure quotidienne) pratique d'une activité sportive minimale, école à la maison, bricolage, jeux, séances de yoga et de méditation, offices religieux à distance (visio-messe !), etc. Les outils de « visio-conférence » explosent : *SKYPE* et *ZOOM*.

Ces offres séduisantes qui semblent infinies, au point de craindre une submersion, on les découvre le plus souvent : des « tutos » et des « applis », des programmes pédagogiques à la télé (Lumni, Nation apprenante) voire YouTube avec « *antisèche*, la chaîne que

t'auras ton brevet et ton bac avec ! ». Des dossiers thématiques dans la presse en ligne s'offrent à nous quotidiennement et gratuitement ! Ici, apparaît la fameuse fracture numérique, due aux compétences informatiques inégales des « confinés » appelée illettrisme électronique (illectronisme) qui touche 20 % des gens !

Le télétravail s'est installé rapidement et massivement : il changera profondément les habitudes au sein des entreprises, des rédactions ; la téléconsultation médicale est aussi boostée et s'inscrit dans ce même nouveau mode de travail, tout comme le télé-enseignement, « distanciel » ; il s'est mis en place sitôt après la fermeture des établissements scolaires et universitaires, mais se heurte à des difficultés techniques dans les campagnes (débit insuffisant, zones blanches). Le streaming de VOD, palliant la fermeture des salles de spectacle et l'accélération du e-commerce (avec la fermeture des commerces « non essentiels ») ajoute encore à l'hyperconsommation d'octets, avec pour conséquence une autre fracture numérique, technique celle-là.



Cette fameuse « troisième révolution », numérique, nécessitera de franchir ces obstacles, car la société ne reviendra pas en arrière.

Enfin, confinement rime avec rangement (tri, classement, élimination, etc.) ! Cette activité arrive en tête, pratiquée par 50 % des confinés et accompagne sans doute l'esprit général de « mise en ordre » des esprits ! Et elle s'affranchit des débits informatiques disponibles !

Comment va-t-on passer facilement ce cap, qui semble encore lointain ?

Des effets induits sont prévisibles, bénéfiques ou négatifs, et cette crise du coronavirus commence déjà à susciter des questions qui seront bien sûr étudiées par les psychologues et sociologues. Des experts nous expliquent à la télévision comment prévenir, ou du moins atténuer, des risques qui semblent inévitables au-delà d'une certaine durée de

confinement, qui n'a rien à voir avec des vacances forcées.

- La gestion de « l'école à la maison » par les parents leur fera mesurer l'importance et l'engagement des enseignants auprès de leurs enfants !
- Répercussions physiques (par un moindre exercice qu'il faut compenser ++, une alimentation plus chaotique) et surtout psychologiques, avec le risque que cette période soit un catalyseur des difficultés existantes, comme un état dépressif, une situation socio-professionnelle précaire avec crainte de mise au chômage (au point que des cellules d'écoute et d'accompagnement ont été mises en place), conséquence de cette confrontation avec soi, sans substitut « social ». Ou bien, pour les familles qui se retrouvent dans cette situation, les risques engendrés par une promiscuité permanente est bien réel, malgré une répartition bien coordonnée des espaces et du temps, avec des temps « seul » et « en groupe ». A l'inverse, peine et mal-être pour des couples, séparés du fait de leurs conditions de vie, et réduits à communiquer par téléphone. Est-il besoin d'évoquer l'augmentation, déjà significative, des violences conjugales au sein de couples en souffrance. Pour l'anecdote nous laisserons cette fois aux sociologues, le soin de nous dire en fin d'année ce qu'aura été le boom des divorces... et le boom des naissances. Et cette autre souffrance, d'un genre inédit : celle qui résulte de l'impossibilité d'accompagner des personnes seules en EHPAD, et d'assister à des obsèques « normales ».
- Faut-il évoquer un risque d'addiction au numérique devant tous ces écrans auxquels sont surexposés les enfants et nous-mêmes ? (le classique « bien-être numérique » est mesurable). Ce risque a déjà été pointé (*La fabrique du crétin digital : les dangers des écrans pour nos enfants*. M. Desmurget, 2019). Soyons-y attentifs, lui aussi va être catalysé !
- Mais plus réjouissant et source de satisfaction, il semble bien qu'un nouveau lien social s'instaure entre voisins, « voisins solidaires » et non plus « voisins vigilants », amis, parents, avec l'émergence d'une « solidarité mystérieuse », ce beau terme de P. Quignard : des petits gestes d'entraide et de solidarité, une reconnaissance profonde envers ceux qui nous permettent de vivre au quotidien ; et une communication « en boucle » (et moins agitée

qu'au début) (échanges de mails qui se sont multipliés, échanges en visiophonie) des petites vidéos amusantes et pleines d'esprit contribuent à répandre en boucle un humour salubre, antidote à la diffusion virale... Nous sommes devenus solitaires et solidaires, comme nous y invitait Camus dans *La peste* : « ...la seule façon de mettre les gens ensemble, c'est encore de leur envoyer la peste... Et pour dire simplement les choses, ce qu'on apprend au milieu des fléaux, c'est qu'il y a dans les hommes plus de choses à admirer que de choses à mépriser... ».

Après la fraternité des ronds-points, nous découvrons celle des fenêtres et des balcons, un « chacun chez soi mais chacun pour tous ». Et pour ajouter une note conviviale, citons les « skypéro », les « coronanniversaires » très développés chez les jeunes.



Et toutes les activités collectives grâce à la visiophonie (bel exemple et belle prouesse que ce Boléro de Ravel de Radio France). Bref une ingéniosité débordante !



Un avant et un après ?

« Tout orage finit par ce pardon, l'azur » Victor Hugo, *Pendant que la mer gronde*.

On peut espérer une libération de la parole, mûrie par ces longues semaines à venir, confinées, dont sortira un réel changement

de société, avec plus d'humanité et de lien social, avec un plus grand respect de la nature et de la biodiversité, tant l'écologie constitue une autre crise, moins soudaine que celle-ci (le « cygne noir ») mais tout aussi grave (le « rhinocéros gris »).

Et sur le plan personnel, c'est une occasion inespérée à saisir : s'extraire (si possible) du flux quotidien d'informations anxiogènes pour cultiver son jardin intérieur : puisqu'empêchés de sortir, allons « en nous » ! Pour un apprentissage de notre vulnérabilité et du goût de la vie, de beaux textes fleurissent pour nous y aider :

L'humanité ébranlée et la société effondrée par un petit machin

Moustapha Dahleb, (la plus belle plume tchadienne), mars 2020

Un petit machin microscopique, appelé coronavirus, bouleverse la planète. Quelque chose d'invisible est venu pour faire sa loi. Il remet tout en question et chamboule l'ordre établi. Tout se remet en place, autrement, différemment.

Les parents apprennent à connaître leurs enfants, les enfants apprennent à rester en famille, le travail n'est plus une priorité, les voyages et les loisirs ne sont plus la norme d'une vie réussie.

Soudain, en silence, nous nous retournons en nous-mêmes et comprenons la valeur des mots solidarité et vulnérabilité.

Soudain, nous réalisons que nous sommes tous embarqués dans le même bateau, riches et pauvres. Nous réalisons que nous avons dévalisé ensemble les étagères des magasins et constatons ensemble que les hôpitaux sont pleins et que l'argent n'a aucune importance. Que nous avons tous la même identité humaine face au coronavirus.

Quelques jours seulement ont suffi à l'univers pour établir l'égalité sociale qui était impossible à imaginer.

La peur a envahi tout le monde. Elle a quitté les pauvres pour aller habiter les riches et les puissants. Elle leur a rappelé leur humanité et leur a révélé leur humanisme.

Puisse cela servir à réaliser la vulnérabilité des êtres humains.

Puisse cela servir à réaliser la limite de l'intelligence humaine face à la force du ciel.

Il a suffi de quelques jours pour que la certitude devienne incertitude, que la force devienne faiblesse, que le pouvoir devienne solidarité et concertation.

Il a suffi de quelques jours pour que l'humanité prenne conscience qu'elle n'est que souffle et poussière.

Qui sommes-nous ? Que valons-nous ? Que pouvons-nous face à ce coronavirus ? Rendons-nous à l'évidence en attendant la providence.

Interrogeons notre « humanité » dans cette « mondialité » à l'épreuve du coronavirus. Restons chez nous et méditons sur cette pandémie.

Aimons-nous vivants !

P

La philosophe Cynthia Fleury souhaite que le Covid-19 soit un « kairos » national et international : c'est ce qui, chez les grecs, transforme un événement en un commencement historique, qui produit un avant et un après... Les historiens et anthropologues, de leur côté, parlent de « temps fondateur », mais ils ne peuvent le faire qu'en regardant en arrière avec un regard distancié ; nous, nous sommes dedans ! On ne sait pas quand on sera « libéré » de ce confinement, quand on en « sortira » au sens littéral, cette absence de lisibilité renforçant nos inquiétudes. Mais, pendant tout ce temps, « n'oubliez pas d'inventer votre vie » disait M. Foucault.

8. Lundi 30 mars : J 14 du confinement ; on va entrer dans le dur !

Les chiffres du jour

Cinquante mille cas d'infection, 20 000 hospitalisés (dont 5 000 en réa), 3 000 décès (dont 420 en 24 h, soit un presque toutes les 3 minutes, contre 300 la veille). Un premier décès Covid chez une adolescente de 16 ans frappe les esprits (et sera utile d'une certaine façon en enlevant toute négligence comportementale chez les jeunes).

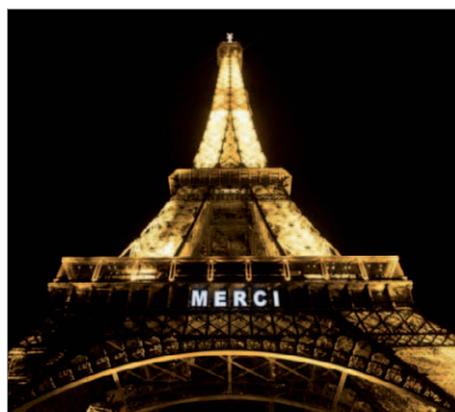
Chiffres d'ailleurs sous-estimés (comptage des décès en EHPAD encore non effectué) et relativisés par certains (comparaison avec l'épidémie de grippe de 2017).

Et demain sera un autre jour : va-t-on s'habituer à ces bilans quotidiens, 15 jours à peine après le décollage de ces chiffres : 100, 1 000, 3 000... ? On est encore loin de l'Italie (10 000 morts) mais l'épidémie en France la suit de quelques jours seulement.

La situation est « tendue » (dans le Grand Est, en Île-de-France et dans les Hauts-de-France ; on n'avait encore jamais tant parlé de nos régions !). On assiste à une réponse magnifique des soignants qui arrivent à maîtriser la crise, mais l'inquiétude tient à la possibilité (ou non) de tenir dans la durée. L'effet escompté du confinement est d'observer une amorce de reflux de l'épidémie (en fin de semaine ?) : il faut absolument « tenir » et franchir ce « crux » (ultime passage critique lors d'une ascension en haute montagne). Ceci avant tout grâce au dévouement exceptionnel des soignants en exercice (ils sont épuisés, et certains « meurent au front »), à la « réserve sanitaire » (les jeunes étudiants et les jeunes retraités !), aux transferts de patients pour décongestionner des centres saturés (évacués par TGV médicalisés) et, enfin, grâce à « l'effort de guerre », qui est initié pour fabriquer les matériels et consommables nécessaires : tout cela rappelle un temps qui semblait lointain.

Derrière les chiffres

Heureusement, il y a les combattants, ces « héros et héroïnes en blouse blanche », le terme n'est pas galvaudé, et les malades atteints par ce virus qui nous offrent des images poignantes (rappelons-nous, après les attentats, la présentation de portraits de victimes, de vies brisées). Ici, ce sont des sarraus bleus, blancs, verts, des lits de réanimation ouverts largement (salles de réveil, cliniques privées), des transferts de décongestionnement à grande échelle vers la Nouvelle Aquitaine, les Pays de la Loire ou l'Allemagne, des reportages sur des EHPAD isolés, avec des rares contacts à travers des vitres,



des fins de vie de solitude absolue ; témoignages de soignants épuisés, de malades reconnaissants (celui de P. Devedjian, écrivant son admiration pour le personnel qui s'est occupé de lui... et qui mourra 2 jours plus tard) ; d'autres actions plus discrètes et touchantes comme les « docteurs clowns », qui eux aussi font rire les enfants à distance, parce que leurs visites dans les chambres sont devenues interdites. Drame dans ces familles qui perdent un proche (souvent dans un EHPAD) et qui ne peuvent plus accompagner dignement celui-ci pour ses obsèques : « décès confiné ».

Et prise de conscience à travers tous ces reportages en boucle de ce qu'est la « vraie vie » des soignants, un monde complexe et tellement dévoué (incluant les ASH, qui font les toilettes, « ceux qui torchent le cul des vieux »). Et aussi les services d'infirmiers et aides à domicile, qui permettent à une majorité de personnes âgées de rester chez eux +++ , sans oublier les bénévoles d'associations qui se consacrent aux plus démunis, ceux pour qui cette crise amplifie le désarroi : se confiner, oui... mais où ? Le philosophe R. Redecker résume bien ce dévouement en le qualifiant « d'héroïsme des humbles », qui font leur métier jusqu'au bout de ses exigences, consacré à la survie et au bien-être de leur prochain : « en temps de paix, nous désespérons, nous nous déshumanisons ; en temps de guerre, ou de malheur, ou d'affliction, nous espérons, nous nous humanisons ».

Il y a beaucoup de témoignages quotidiens de soutien, chaleureux, parfois venant de « vedettes », gestes de générosité, Tour Eiffel illuminée « MERCI » rappelant la période Charlie. Puisse cet élan de la nation durer (les Français sont oublieux et versatile !). Puisse surtout advenir les changements radicaux annoncés en faveur de l'hôpital et de ses personnels ; et en faveur des personnes âgées, pour leur apporter des réponses dignes, ainsi qu'à ceux qui s'en occupent (c'est l'autre réforme, tant attendue, sur le « grand âge et la perte d'autonomie », sans cesse différée à cause de projets prioritaires-retraites).

Et tous les « invisibles »

À côté de ce monde des soignants, qui sont « au front », il y a tous ceux de l'arrière que l'on découvre et qui permettent aux « confinés » de vivre le moins mal possible : ils nous nourrissent (l'agro-alimentaire, les caissières qui nous servent, les transporteurs et livreurs), entretiennent et nettoient nos

locaux et nos villes, nous transportent à l'hôpital (pompiers, ambulanciers) ou vers un cimetière (employés des pompes funèbres habillés en cosmonautes mais en grand désarroi). Tous méritent notre reconnaissance. Leur colère de ne pas être correctement protégés contre le virus est légitime (leur droit au retrait ne serait pas déplacé dans certains cas...). Puisse également cette prise de conscience remettre à niveau l'échelle sociale des valeurs et des salaires dans notre société.

Le confinement a pris son rythme de croisière (demain sera la 3^e semaine)

« *Le confinement en nous privant de l'espace, nous restitue le temps* » est-il dit...

Oui bien sûr, dans un monde idéal où l'on paraphrase « *make home great again* », où la planète respire, saluée par le chant des oiseaux, redevenu audible. La consommation électrique nationale a chuté de 30 % mais la mélancolie nous gagne, face à un avenir préoccupant et surtout sans visibilité sur la sortie de crise, le fameux « stade 4 » de l'épidémie. Pour le moment, le stade 3 a envahi notre quotidien : inquiétude devant le chômage partiel et les premiers bulletins de salaires amputés (après une longue période de grève, récente et déjà si lointaine), inquiétude de tous ces patients « non Covid » qui ont des pathologies mises entre parenthèses de surveillance, inquiétude des jeunes pour leur scolarité et leurs examens, inquiétude pour tous sur « l'après » car on est pour le moment dans un temps suspendu : chacun commence à envisager les séquelles que laissera cette crise dans son histoire personnelle. Les psychologues parlent du « syndrome de la 3^e-4^e semaine de confinement » et on en devine les prémices.

Et la « communication »

Après avoir cafouillé au début (et altérée en outre par des propos pour le moins déplacés d'une ancienne ministre !), la « task force » a bien rectifié le tir avec cette conférence de presse du Premier Ministre et du Ministre de la Santé le samedi 28 mars concluant une quinzaine d'une actualité folle (1 seul journaliste présent, porte-parole de ses collègues, confinement oblige).

Un discours qui s'imposait, devant une opinion publique critique sur la gestion de cette crise, et qui a associé clarté et franchise. La volonté de transparence était couplée à des explications compréhensibles (sur les tests, sur les traitements, etc.) d'experts

venant séquencer les propos humbles et courageux de O. Véran : « *Je dis tout ce que je sais, je dis aussi que je ne sais pas tout* ». Tonalité qui va bien au-delà du schéma simpliste « rassurer ou effrayer ». Demeure, cependant, la réponse initiale au sujet des masques, toujours en manque, ce qui a pénalisé beaucoup des personnels (généralistes, soignants en EHPAD) et tous les autres mentionnés plus haut (caissières par exemple).



Et pour sourire enfin :

- **Diplomatie du masque** : images surréalistes de ces cartons de masques (quelques millions ?) arrivés de Chine par avions cargo et transportés dans des lieux de stockage sous escorte policière, digne de transports de fonds.



- **Constat en EHPAD** : « *tu laisses un masque et ton tel portable ? On te pique ton masque !* » (Chronique de F. Aubenas, Le Monde).

9. A quand le pic épidémique ?

On en parle beaucoup... On y est ? On va l'atteindre ? On en est encore loin ?

Les chiffres

Lors d'une épidémie on compte beaucoup : les jours, les lits, les infectés, les morts...

En France : 57 000 cas, 6 000 en réanimation, 4 000 DCD, et surtout 500 de plus en 24 h.

Oui, ce sont les vrais chiffres et pas un « poisson d'avril » ! Chiffres qui restent très fugaces et toujours sous-estimés (les EHPAD toujours en retrait, même pour le comptage, qui vient juste de commencer et laisse augurer une hécatombe silencieuse (1 000 morts déjà)).

Un seul objectif : TENIR, avec un personnel soignant épuisé, malgré les renforts de toutes

les régions, des médicaments et sédatifs en flux ultra tendus, et surtout des lits de réanimation qui sont en limite de capacité, justifiant des évacuations poursuivies à grande échelle (cette fois de Paris vers l'ouest toujours). Après l'ouest... l'océan !

Dans le monde : 2 caps viennent d'être franchis : 1 million d'infectés et 50 000 morts. Les zéros s'accumulent et n'impriment plus les esprits.

La diffusion mondiale du Covid apparait sur une carte établie en continu par le Johns Hopkins center, balise en continu, représentant les foyers par des cercles rouges, à la façon d'une éruption cutanée... on est passé en 3 semaines d'une petite éruption de papules rouges asiatiques à des grandes plaques d'érythème en Europe et aux Etats-Unis !!!



Aux USA, on aimerait rire des « trumperies », mais ça y est, l'Amérique est repassée en tête, nouvel épicode mondial de l'épidémie avec des chiffres terrifiants : « America first » ... Bravo Donald ! En fait « première impuissance mondiale » face au virus ; prévisions 100 000 à 200 000 morts ? Déjà 4 000 morts à New York : Central Park nouvel hôpital de campagne, bateau hôpital sur l'Hudson river, etc.



Le triptyque perdant ? Un système de santé excellent... mais pour les riches seulement ! Des gens diabétiques et obèses, et des comportements inimaginables (des pasteurs

« corona-sceptiques » qui ouvrent leurs églises car ils ont reçu un mandat de Dieu pour vaincre le virus !). Ou une vente explosive d'armes individuelles : 2 millions en mars ! Le lobby *National Rifle Association* ne perd pas le sens des affaires (le virus n'a qu'à bien se tenir). Et des polémiques sur les mesures de confinement entre républicains (economy first) et démocrates (accusés de profiter du Covid pour nuire à Trump), entre gouverneurs et état fédéral. Un système économique et une société qui risquent d'exploser : Trump injecte 2 000 milliards de dollars en soutien aux entreprises et aux particuliers. Et si ce président narcissique était la première victime collatérale du virus « chinois » en novembre prochain ? On peut maintenant l'envisager... et rêver !

En Espagne : relais de l'Italie, avec le cap franchi des 10 000 morts, bientôt la France...

Demain sera un autre jour : « difficile de faire des prévisions, surtout lorsqu'elles concernent l'avenir » disait Chirac, citant Pierre Dac ! Comme les arbres qui ne touchent jamais le ciel, la courbe de l'épidémie finira bien par s'aplatir !

What else ?

- Des cas de jeunes adolescents en Europe atteints par le virus : 1 cas puis 2 puis 3... Un nouveau phénomène ?

- En France

Report des élections de fin juin ? On commence à en parler...la petite musique instille un possible report en octobre, et alors pour deux tours (3 votes pour 1 maire). Et le Bac ?

350 000 PV (135 euros) dressés pour infraction au confinement (près de 50 M d'euros). L'infraction ? Ne pas avoir rempli son « attestation dérogatoire de sortie ». Et encore, ces PV n'ont été dressés « qu'à ceux qui prennent les flics pour des cons », les cons finis !

Les masques de protection tant attendus arrivent enfin à bon port, livrés sous escorte policière ! Macron visite une usine et booste les chaînes de production : c'est le « made in France », à encourager ! Bientôt tous les personnels exposés seront-ils équipés ? Et toute la population ensuite ? Et si, finalement, un masque servait à quelque-chose...

Le feuilleton Raoult-chloroquine fait moins les gros titres, enfin ! Quelques cas mortels par automédication ont même été observés !

Mission d'information parlementaire : ce n'est pas non plus « un poisson d'avril » pour E. Philippe et O. Véran, qui ont dû expliquer pourquoi on déplore un tel état de carence : responsables mais pas coupables ?

- En Italie : des masques aquatiques Decathlon pour respirer de l'oxygène et pallier le manque de respirateurs... pas bêtes finalement ces Italiens !



- En Chine, on n'en parle plus que pour vanter leur soutien envers les autres. Mais cela n'est pas clair et « on ne nous dit pas tout ». Le nombre de morts officiel semble faible et surtout peu cohérent avec l'importance de la population. Une épidémie long-temps tenue sous le manteau et dont l'origine et la gestion posent des questions dont il n'est pas sûr qu'elles soient jamais résolues.

- Et si on parlait « déconfinement » (comme on parle de décompression pour un plongeur). Il sera fait par étapes, s'appuyant sur une stratégie de dépistage généralisé. Comment ? Avec des tests, qui eux aussi ne seraient finalement pas si inutiles ! On les produit dorénavant à rythme soutenu « made in France ». Ce « stade 4 de l'épidémie » n'est pas encore en vue mais on commence à en parler car ça fait du bien au moral !!

Après le « comment s'en sortir sans sortir » viendra le « comment en sortir ! » C'est encore loin et la prolongation du confinement semble inéluctable tant que la courbe épidémique des nouveaux cas ne sera pas infléchi.

10. Le pic épidémique : on y est presque en ce lundi 6 avril

Evoquons trois tournants :

1) Le tournant de l'épidémie

Les chiffres du WE ne sont pas au vert, loin de là, mais la tendance est à la détente, avec des lueurs d'espoir. Certes il y a à ce jour 8 000 morts à déplorer (6 000 à l'hôpital et 2 000 en EHPAD) et ce n'est pas un bilan définitif, mais il n'y a eu « que » 350 décès

hier (c'est beaucoup moins qu'avant) et surtout beaucoup moins d'admissions en réanimation. En Espagne et en Italie, les tendances sont comparables.

Ne nous leurrions pas : c'est le ralentissement d'une augmentation ! On peut rappeler ces propos étonnants de M. Sapin, alors ministre de l'économie de F. Hollande, indiquant avec satisfaction que le chômage continuait à progresser, mais moins vite ! Restons prudents avant de parler « d'aplatissement de la courbe épidémique » ; mais on peut espérer que la crue ne franchira pas les digues car elle approche dangereusement les bords.

Les carnets de nécrologie de la Presse Quotidienne Régionale, qui ont vu leur espace multiplié par 3 ces 15 derniers jours vont peut-être mincir... et les services funéraires arriver à gérer cette situation jamais vue d'afflux de cercueils entreposés dans des locaux de fortune.

Petit cours d'épidémiologie pour les nuls

Bien de circonstance dans cette période de culture générale en ligne car le mot clé est devenu « inversion de la courbe ».

La croissance très rapide d'une épidémie, son explosion, se fait selon un mode « exponentiel » défini par L. Euler en 1760 avec, comme ici, un doublement du nombre de cas tous les 3 jours par contamination inter-humaine. Mais assez vite heureusement, la situation va se calmer et la croissance adopte un mode « logistique » défini par P.F. Verhulst en 1840 et qui sert de modèle mathématique aux prévisions : modèle SIR comme Susceptibles (que le virus peut encore contaminer), Infectés (c'est déjà fait) et Rejetés (qu'il ne peut pas ou plus contaminer car vaccinés ou immunisés... ou confinés). La population des infectés et rejetés augmente, et les contaminations diminuent. Et la courbe ascensionnelle fulgurante va se calmer, passer par un plateau et diminuer. Élémentaire non ! Mais pendant toute la décroissance ce sont encore des « nouveaux cas » qu'il faudra prendre en charge. Et cela si tout va bien et s'il n'y a pas de rebond, de deuxième vague.

2) Le tournant comportemental

Hélas, la discipline de confinement, tardivement acquise et maintenue pendant 3 semaines, s'effrite car les gens « tournent en rond et veulent se dégourdir ». Il s'est tout d'un coup relâché, favorisé par un printemps qui n'a jamais si bien porté son nom que depuis le début de l'épidémie ; et aussi par des propos bien trop anticipés du gouvernement sur « l'après Covid » et le déconfinement en vue... Encore une erreur de com' !

Et il n'est pas improbable d'imaginer qu'un rebond survienne dans une dizaine de jours, avec des structures de soins épuisées. Voir plus haut le modèle SIR, élémentaire mon cher Watson !

3) Le tournant gouvernemental

Le feuilleton des masques revient en lumière avec un spectaculaire rétropédalage. On nous prépare à son port généralisé, en option voire obligatoire (car maintenant on attend quelques 8 milliards de cette précieuse denrée). Il y a peu, il était considéré comme inutile mais maintenant l'Académie de Médecine dit le contraire ! Après Coluche, citons cet autre humoriste philosophe, Serge Joncour : « *Douter de l'efficacité d'un masque face à un virus respiratoire, c'est discuter de l'utilité d'un parachute dans l'exercice de la chute libre* » !

Cette affaire laissera une trace majeure dans cette crise, sur la crédibilité d'un gouvernement qui n'a tout simplement pas voulu reconnaître que nous n'étions pas prêts. Faire des discours adaptés aux moyens disponibles, donc évolutifs : quel bel exercice maintenant d'expliquer l'inverse d'il y a 15 jours, tout en affirmant que l'on se tient à la même ligne. Comment va s'en sortir la porte-parole du gouvernement, gaffeuse en chef, qui ne savait même pas comment en mettre un ? Pas sûr qu'elle réussisse l'épreuve : elle va sûrement nous expliquer que c'est un geste barrière complémentaire, pour entrer plus vite et mieux dans le déconfinement...

Ce sera, à n'en pas douter, la même dialectique avec les tests !

En bref

• La reine Elisabeth II s'adresse à son peuple « *We will meet again !* » (5^e discours en 68 ans de règne !). Elle préconise la résilience collective, avant des jours meilleurs, rappelant la Blitzkrieg qu'elle a connue (et sans doute avait-elle une pensée pour son « *Prime Minister* » hospitalisé au même moment !)



• Grande solitude du pape François à Rome, sur la place St Pierre, déserte et mouillée, pour sa bénédiction *Urbi et Orbi* « *Depuis des semaines, a déclaré le pape, d'épaisses ténèbres couvrent nos places, nos routes et nos villes... Ils sont en train d'écrire les événements décisifs de notre histoire* », a-t-il ajouté à propos des soignants.



• L'ancien Ministre de la Santé, Ph. Douste Blazy (celui qui n'arrivait pas à prononcer le nom du virus du Chikungunya) lance une pétition en faveur de la chloroquine co-signée par une autre Ministre de la Santé, M. Barzach : absence de réserve indécente ou simple incompétence ?

• Exit les épreuves écrites du bac 2020, ce qui somme toute va dans le sens de la réforme Blanquer en cours ; avec cette fois l'approbation des enseignants, qui il y a peu montaient au front... Peut-être parce que les congés d'été ne seront ainsi pas décalés ?

• Et la Trumperie du jour ? Ce qui arrive aux Américains est « comme un coup de club de golf » qui nous assomme. Cela va les rassurer. Mais Trump connaît mieux les courbes des « top models » que celles des épidémiologistes. Jusqu'où ira-t-il dans ses propos « délicats » ?



11. Jeudi 9 avril, on est dans le dur et ça va durer

24^e jour, 3^e semaine, bientôt 2^e mois de confinement...

Sur le plan sanitaire

Les chiffres s'envolent, mais on n'y prête plus guère d'attention :

- Dans le monde, plus de 1,5 millions de contaminés, et presque 100 000 morts.
- En France, 12 000 morts (environ 8 500 dans les hôpitaux et 3 500 dans les EHPAD).
- En Europe, les vagues se suivent : Espagne et Italie sortent doucement de la tourmente, la France amorce le plateau. En revanche, la Grande-Bretagne est en pleine explosion. Et l'Allemagne progresse également, plus doucement. Surtout, on commence à faire des prévisions globales avec des bilans conséquents : Italie et Espagne auront environ 20 000 morts, la France 15 000, la Grande Bretagne 60 000 et l'Europe au total environ 150 000 morts. Quant aux Etats Unis, le virus fait des ravages et les prévisions s'annoncent terribles. Et rien n'exclut le démarrage dans des pays jusque-là épargnés, du moins officiellement (Russie, Suède, Danemark, Afrique ++) ni une 2^e vague, car les populations semblent peu immunisées.

Sur le plan personnel

• On s'installe dans la durée, on se fixe de nouveaux rythmes qu'il faut discipliner et respecter. On se lève, on mange, on regarde la télé, on « whats 'appe » et on « zoome », on met son masque et on sort (1 h à moins de 1 km pour quelques tours de pâtés de maison non sans avoir rempli son attestation dérogatoire !), on se lave les mains, on se couche, on dort. Un peu de lassitude et de résignation mais, plus que jamais, mesurons notre chance : une terrasse, de l'espace, des moyens de « distraction », nous sommes des privilégiés.

• Un peu de retrait sur l'info en boucle et les commentaires : une vérité du jour qui sera contredite le lendemain, des chiffres sanitaires et économiques dont l'envolée ne nous parle plus ; quant à la navigation sur Internet, elle génère une grande solitude devant l'immensité des offres numériques, culturelles en particulier. Alors nous tentons de revenir à quelques valeurs sûres, lecture, écriture, un peu de travail. Et du rangement !

• Introduction salutaire d'une activité sportive régulière : bravo le coaching matinal à la télé avec Lucille et Mamadou (merci France 3) qui rappelle l'émission dominicale « Véronique et Davina » bien connue des septuagénaires ! Bon complément de toutes les offres éducatives proposées par notre service public. Bref, la tête et les jambes !

En bref et en vrac

• Cent cinquante patients ont été transférés en Allemagne depuis le Grand-Est ces 15 derniers jours et certains commencent à rentrer chez eux : cette fois ce n'est pas le « retour de l'enfer » comme il y a 75 ans, mais de chez leurs sauveurs. Et un beau renversement de l'Histoire !

• Roselyne Bachelot est très présente sur les plateaux, elle a le triomphe modeste après l'affaire des masques et fait des commentaires pleins de bon sens et d'humour, elle ne pratique pas la langue de bois et sait toujours jusqu'où aller trop loin... du bonheur.

• Déconfinement à Wuhan. Oui mais, sous haute surveillance et très progressif : peur d'une 2^e vague, restons attentifs.

• Merci toujours aux « premiers de corvée », les invisibles : ils vident nos poubelles, nous livrent à domicile (des piles auditives !), apportent un peu de courrier. Une petite lumière dans ce monde morose, malgré un ciel splendide, des journées douces et du muguet qui signe précocement ce beau printemps. Un effet du virus ?

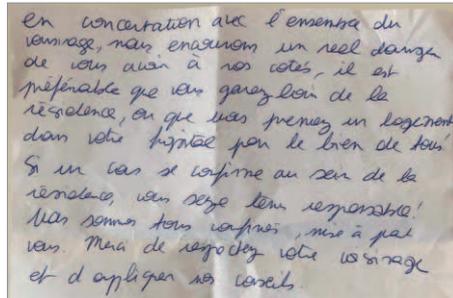
• Triple peine pour les « afro-américains » des USA : plus contaminés, car pauvres et mal confinés, peu d'argent, car les premiers mis au chômage et donc incapables de payer des soins prohibitifs, moins résistants au virus, car ils sont très souvent obèses, une comorbidité significative. Résultat : une mortalité multipliée par 3 comparée aux autres américains.

• LVMH (Merci B. Arnault !) nous a offert des gels hydroalcooliques (100 tonnes ! Rappelez-vous, on en manquait) et maintenant produit des masques en tissu (40 millions, car on en manque toujours, au point que l'Etat se permet de détourner des commandes faites par des collectivités locales, et reconnaît une pratique inopportune !).

• Des progrès étonnants : une « base logistique » d'imprimantes 3D, installée dans un hôpital parisien, fabrique des embouts indispensables pour des respirateurs !

• « Vous n'aurez pas ma haine » écrivait un jeune professeur, Antoine Leiris, après les attentats du Bataclan où sa femme avait été assassinée. La haine est un autre virus aux Etats-Unis : des « asiatiques » sont agressés, accusés d'être « responsables de cette épidémie » ; mais Trump n'avait-il pas parlé du « virus de Wuhan » ? Et rappelons que de telles insultes ont eu lieu également chez

nous avec ce « péril jaune » en gros titre. Et que dire, toujours chez nous, de ces messages à l'adresse de nos soignants, possibles contaminateurs, écrits par ces « braves gens qui veulent bien vivre confinés, mais à l'abri de ceux-ci, qu'ils aillent loger et se garer ailleurs » !



• Macron rend une visite impromptue au Pr Raoult à Marseille !! le feuilleton s'était pourtant dégonflé en attendant des preuves et il remet la gomme. Sans doute que lui aussi « croit » à la chloroquine... Après la position réservée et nuancée de son ministre de la santé, cette séquence est plus un contretemps que « en même temps ».



• Après les masques, les tests, la chloroquine, voici une nouvelle affaire : le traçage par appli sur téléphone. Mais doit-on dire traçage, tracing ou tracking (mot employé par le premier ministre et qui risque de s'imposer) ? Sémantique proche de « traque », d'où les cris d'orfraie pour ce « flicage » et cette atteinte aux droits de la personne avec notre smartphone devenu « bracelet électronique » ! Un peu de retenue, d'autant que ces mêmes défenseurs des libertés individuelles risquent de réclamer ce moyen de protection s'il est démontré qu'il facilite le déconfinement. Belle inconstance des Français...

• Dans 3 jours, ce sera le grand week-end de Pâques, avec son classique lourd tribut aux accidents de la route ; il n'y en aura pas cette année, merci au coronavirus. Moi je vais faire des truffes en chocolat... il y a un tuto !!!

• Les EHPAD se vident « soudainement » d'une bonne partie de l'effectif de leurs ré-

sidents : il y aura des places pour les nombreuses demandes en attente, merci encore au coronavirus.

• Et les joueurs de foot ne sont pas favorables à une baisse de leurs salaires !

NB : Inutile de faire des grands projets de voyage cet été.

12. Cinquième semaine, 13-19 avril, vers le déconfinement ?

« Ce n'est pas la fin, ni même le commencement de la fin, mais c'est peut-être la fin du commencement » W. Churchill.

Nouveau discours d'Emmanuel Macron (le 4^e), le 13 avril

Il marque bien les 3 temps de cette crise : le tsunami actuel, le déconfinement (ce sera le 11 mai) « le début d'une nouvelle étape », et l'après « il nous reviendra dans les prochaines semaines de préparer l'après ; sachons sortir des idéologies et nous réinventer ». Curieux télescopage de ces étapes quand tout est encore flou, avec un virus qui se montre désinvolte, imprévisible : la deuxième semble déjà vouloir effacer l'actuelle, qui n'est pas achevée, et masquer celle qui suivra, l'APRÈS, objet de toutes les suppositions et de tous les vœux ; car le dur principe de réalité « business as usual » reprend (très vite) le dessus après une période de tétanisation collective qui aura duré un mois.

Veni, covid, vici

L'épidémie se propage de façon « dynamique », mais on en parle (un peu) moins. Les reportages et les plateaux d'experts se raréfient malgré un décor persistant de lits de réa, de respirateurs, de visages de soignants habillés, masqués, casqués. Et le virus est arrivé à terrasser la moitié de l'équipage de notre porte-avions nucléaire, image symboliquement forte ! Virus dont on ne sait finalement pas grand-chose en dépit de progrès spectaculaires. D'où vient-il ? De Chine, mais comment ? Accident industriel ou problème de transmission animal-homme, renvoyant à une question plus vaste, écologique...

En fait, si « ça va mieux que ça a pas été » comme le dit une maxime de la « plaisante sagesse lyonnaise », et tant mieux si les chiffres ne font plus la capsule des écrans, à la façon d'un tic-tac mortifère. Ils restent toutefois préoccupants, avec près de 5 000 morts de plus au cours de cette 5^e semaine, et on atteint maintenant le cap des 20 000 morts, rejoignant Italie et Espagne.

Le pic a été rogné mais le plateau dure ; des patients « sortis de l'enfer » souvent loin de leur ville d'origine, quittent les services où ils ont séjourné plusieurs jours applaudis par les soignants ; la tension se relâche, les digues ont tenu. Mais la souffrance médico-sociale se fait sentir, dans les foyers (+ 50 % de violences conjugales), dans les EHPADs où la solitude est extrême mais ne peut être que rapportée car les résidents n'ont pas la parole.

Notre Dame de Paris, un an tout juste après l'incendie est elle aussi convalescente et encore bien mal en point, avec un sauvetage urgent à peine achevé et un autre type de déconfinement, de longue haleine ! Mais c'est un autre message symbolique que cet anniversaire nous laisse : celui de l'espoir et de la résilience.

Et les masques manquent toujours, tout comme les « tests » viraux et immunologiques, le dispositif prétendu sésame du déconfinement progressif.

Espoir donc de voir, dans moins d'un mois, survenir le « déconfinement », une sortie lente et progressive de cet état suspendu ! Qui sera déconfiné et dans quel ordre ? Sous surveillance de Big Brother, étape vers une « démocratie » ?? Quid des enfants et donc de leurs parents, qui ne reprendront le chemin du travail qu'après celui des têtes blondes vers l'école ? Quid des « personnes âgées » un temps menacées de prolongation de peine ? Quid des commerces autorisés à réouvrir ? Déconfinement qui s'annonce « lent et progressif » et d'une certaine façon « expérimental »... Pour l'orthopédiste pédiatre que je suis, une comparaison me vient à l'esprit : devant une scoliose de l'enfant, il est assez simple de décider un confinement qu'est la prescription d'un corset pour stopper (ou en tout cas freiner) son aggravation. Mais il est un temps où l'on peut sevrer l'enfant du port de son corset (on dit ablation) d'abord progressivement puis complètement. La décision de ce moment est difficile à apprécier et toutes proportions gardées, pour l'intéressé, il est important de connaître cette date et ses modalités.

Que de paramètres contradictoires qui illustrent l'affrontement entre le versant sanitaire pur et dur et celui de l'impact sociétal, de gens qui n'en peuvent plus car les inégalités ne se sont jamais tant révélées. « *Les Français ne retrouveront pas tout de suite et probablement pas avant longtemps leur vie d'avant* » nous dit le premier ministre pour préciser les contours de l'allocution présidentielle...

Un crash économique, comparable à la crise de 1929 ou à 1945 ?

Mais surtout ce qui a totalement changé en très peu de temps, c'est le discours qui s'est soudainement centré

sur les conséquences économiques de cette crise, jusque-là encore « tenables » et au deuxième rang derrière la peur sanitaire. Après cette crise épidémique (que beaucoup veulent minimiser et relativiser : la grippe en général, les gripes de 1958 et 1968), la peur est devenue la « récession ». Le mot est lâché, avec son cortège de chiffres et de termes ésotériques. Bref, après la santé des Français, « première préoccupation du Président », les milieux économiques évoquent maintenant, de façon moins cash que Trump, la nécessité d'une reprise d'activité car le remède pourrait-être pire que le mal.

Les superlatifs se généralisent face à cette crise qui n'a rien de financière, comme celle de 2008 nous dit-on ! Et les propos très techniques (le jargon économique est difficile à décrypter) sont tout aussi sidérants que l'était l'invasion virale : probable baisse de 9 % du PIB, injection de milliards pour sauver cette économie « coûte que coûte » et surtout maintenir armé notre appareil productif pour une « reprise » (avec des scénarios en V, en U en W ou en L, voire en K) et un retour à la normale d'ici 2 ans ? Ou 10 ans ?

Quarante pour cent de salariés en chômage technique temporaire, 50 % de l'activité a cessé (mais 90 % dans le tourisme, restauration hôtellerie, transport aérien, 80 des 124 avions d'AF cloués au sol) une augmentation prévisible de 500 000 chômeurs.



« Etat protecteur, Etat providence » qui prend en charge le « chômage partiel », mais faillites en perspective malgré cette « nationalisation des salaires » et ces aides aux « plus démunis », commerces et particuliers.



Nationalisations temporaires, emprunts d'Etat (coronabonds), plans de relance à l'instar d'un plan Marshall d'après-guerre, fonds abyssaux réinjectés (110 milliards de la France, 1500 de la BCE, 500 de l'UE), même si « *La BCE n'est pas là pour resserrer le spread* »... en clair ??

Dettes abyssales donc « qu'il faudrait mutualiser » avec des axes opposés en Europe Nord/Sud, Est/Ouest... mais au fait, d'où viennent ces fonds ? Et qui devra les rembourser ? Les impôts n'augmenteront pas, paraît-il... On ne nous dit sûrement pas tout ! Car si on rase gratis aujourd'hui, il faudra bien donner un coup de collier massif et prolongé.

Et la politique politicienne, un temps étouffée, reprend

Il va falloir « travailler plus » dit le MEDEF, assimilant l'effort demandé à un légitime coup de collier collectif pour remettre la machine en route. Hors de question car les salariés ont « beaucoup souffert » disent déjà les syndicats : le projet retraite est abandonné mais l'accroche aux avantages acquis reste intacte (35 h, RTT, congés payés). On ne touchera à rien, même temporairement, comme si, finalement, rien ne s'était passé...

Et Trump dans tout cela... on ne sait plus très bien, mais le sait-il lui-même ? Et Roselyne Bachelot toujours avisée pour lancer quelques flèches avec un humour caustique et drôle tient son « petit cahier » bêtisier des propos successifs de nos politiques ; gageons qu'elle le publiera un jour, belle soupe à la grimace !

13. Sixième semaine, 20-26 avril : à J-15 du déconfinement

Blues et chaos

Au fil de cette semaine, on est entré de plus en plus dans la préparation de cette période espérée et également redoutée du « déconfinement », « l'après 11 mai », sur fond de blues sociétal et de chaos économique, en même temps que s'éloigne la vision du monde « d'après Covid » où les grands enjeux écologiques et les nouveaux modes de production et de consommation semblent pour l'instant relever de la science-fiction. Cette semaine a été aussi celle de tous les superlatifs, de toutes les interrogations.

Sur le plan sanitaire, rien n'est gagné

Vingt-deux mille décès (près de 40 % en EHPAD) mais sous-estimation (probable

30 000), la courbe toutefois s'infléchit nettement... et le confinement aura permis de ne pas atteindre... 60 000 morts. Jusqu'à une deuxième vague, crainte par les hospitaliers, comme elle semble réapparaître en Chine ? Seuls 6 % de la population française serait immunisée...

Sur le plan sociétal et personnel, le confinement (ce « fait social total » des sociologues) nous pèse.

« *La France a peur* » disait à TF1 le présentateur Roger Gicquel le 18 février 1976, à propos d'un « tueur d'enfant ». Sans aller jusque-là, l'état d'esprit actuel en France (sondages et baromètres nombreux qui sont les indicateurs de notre santé mentale !) se caractérise surtout par une méfiance, une morosité, une lassitude... le « mélancovid » ! Et l'épidémie est au premier rang des préoccupations loin devant le système de santé et le changement climatique.

Ce confinement est toutefois assez bien supporté par 2 Français sur 3, dans cette atmosphère anxiogène malgré beaucoup d'inégalités et quelques émeutes urbaines ; certains même y trouvent un cocon sécuritaire (logement « sociofuge »), un temps d'épanouissement familial et personnel. ; ajoutés à la crainte d'une reprise de l'épidémie, ces faits se traduisent par le souhait, pour un quart des Français, de voir ce confinement prolongé ! A rapprocher de l'essor des sites de méditation accompagnée, « *l'happyculture* », de « concerts confinés », de vidéos humoristiques et de diverses autres initiatives.

On ne doit pas toutefois méconnaître quelques chiffres inquiétants et objectifs : + 90 % de violences sur enfants, + 40 % de violences conjugales... Et quelques petits foyers d'émeutes urbaines à ne pas exagérer. En revanche, un fait non quantifiable mais mis au grand jour est l'isolement mortifère des résidents d'EHPAD, confinement dans le confinement ; un bilan de ces effets collatéraux sur la santé sera tiré dans quelques mois et devra être rapproché du bilan sanitaire stricto sensu ; en tout cas un « coût humain effrayant », pas celui d'une « gripette ».

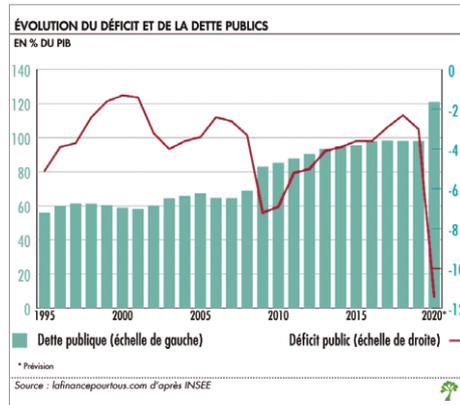
Sur le plan économique

On est entré en récession, forte.

La démesure de ce tsunami est telle que nous n'en mesurons pas bien l'ampleur... ni surtout les conséquences :

- 1,5 % PIB est perdu chaque quinzaine (soit probablement 6 % pour l'année ?) :

on considère que 120 Milliards seront perdus au cours de ces 2 mois de confinement avec à la clé un trou de la sécurité sociale abyssal (40 milliards d'euros, du jamais vu).



Les classiques indicateurs des bons et mauvais élèves en Europe (jugés sur leur dette et leur déficit) ont volé en éclats. Pour la France les prévisions 2020 sont presque risibles !

Dette = 115 % (autorisé 60 %) et le déficit = 9 % (autorisé 3 %).

Bref, les « barrières monétaires » européennes ont laissé la place aux « gestes barrières » sur le terrain. A cet arrêt de la production et du commerce mondial, s'ajoute le chaos qui survient dans le monde du pétrole, avec des stocks de barils vendus « négativement » ! Situation qui, nous explique-t-on, est lourde de conséquences tant le nouveau paradigme énergétique viendra encore perturber une économie déjà maltraitée.

« Quoi qu'il en coûte » nous a dit Macron... oui mais jusqu'à quand ?

C'est « la monnaie hélicoptère », le père Noël qui vole à notre secours... « *L'addition ce n'est pas le sujet pour le moment, il sera toujours temps de faire les comptes la mobilisation est totale pour sauver l'appareil de production et éviter les faillites* » (Bruno le Maire) ; 120 milliards sont débloqués, mais qui en fait seront des emprunts !

« *Ne pas faire trop peu, trop tard* », C. Lagarde, qui propose un grand plan de relance européen doté de 1 000 à 1 500 milliards (prêts ou subventions ??) d'une triple origine (BCE, BEI, Communauté européenne). Tout cela est bien difficile à comprendre...

Et qui va payer, un jour ? J'aimerais qu'on m'explique : subventions ou prêts, assortis alors du remboursement d'une dette colossale, sans cesse repoussé vers des jours meilleurs (bel héritage pour les jeunes actifs en

sus du dérèglement climatique). Bref, on en prend pour combien ?

Sur le plan politique

Le déconfinement est fixé, et tout ce qui précède permet de comprendre cette décision.

Mais beaucoup de cacophonie et de tergiversations : « *je dis et je recule un peu* ». Certes, des inconnues nombreuses persistent sur ce virus et sur la dynamique de l'épidémie mais l'art de gouverner suppose des prises de position claires et cohérentes et moins d'options facultatives. Après la saga des gels hydro-alcooliques, des respirateurs, et surtout le feuilleton des masques (inutiles, puis pas nécessaires mais conseillés, avant d'être bientôt obligatoires...) qui ont considérablement entaché la « transparence » de la communication, c'est maintenant celle des tests de dépistage (qui sont en retard de production en raison de contraintes « administratives ») et ne seront pas en nombre suffisant le 11 mai pour le déconfinement, dont ils sont pourtant la pièce maîtresse ; on nous refait le scénario Coluche !

L'école : on va y retourner mais ce ne sera pas obligatoire car les parents sont inquiets. Ah bon, il y a danger de contamination ? En fait, les enseignants et parents y voient une forme de garderie pour faciliter la reprise.

Les transports en commun, métros, trains, avions : on voit bien que la fameuse distanciation sociale ne sera pas (ne pourra pas) être respectée.

L'appli de traçage Stopcovid : si tant est qu'elle soit strictement encadrée (pas de géolocalisation et anonymat des porteurs, le contraire serait « liberticide » !) et votée, elle resterait facultative et sur la base d'un volontariat... suivie par 10 % au mieux de la population (il en faudrait 60 % pour que ce processus soit pertinent).

Le déconfinement sera « national » (et non par région) mais « décliné localement par préfets et maires ». L'égalité est respectée !

Les masques tombent et l'épidémie de plaintes et pétitions succède au virus !

Beaucoup de plaintes émanant de « collectifs » ont été déposées auprès de la cour de justice de la République pour que nos gouvernants soient reconnus coupables d'impéritie et de mise en danger des citoyens (des soignants en particulier). Est-ce bien responsable de se comporter en justicier

alors que la guerre du COVID est loin d'être gagnée ? Et que les deux mois à venir s'annoncent très difficiles... Jugeons en par la barbe de E. Philippe, que l'on voit blanchir à vitesse rapide ! Laissons à l'histoire proche le soin de faire un état des lieux des manques et de dire si vraiment la France « était en retard de deux guerres ».

Le monde d'après COVID ? *We are at a moment of truth*

Macron, dans une interview au Financial Times le 14 avril, « *Nous faisons l'expérience de notre vulnérabilité et nous devons mettre au premier plan l'agenda éducatif, sanitaire et climatique* » Vœux pieux de notre Président ? Aura-t-il la volonté et surtout la capacité de tenir ces objectifs ?

Comment va se passer en effet ce dégel du post-confinement ? Booster la relance pour rattraper le retard en remettant la machine sur les rails ? En s'affranchissant (temporairement) des normes timides déjà acquises contre le dérèglement et la pollution, comme le réclament déjà les sirènes du « *business as usual* » ? Ou la mettre sur d'autres rails, d'une voie ferrée locale, plus champêtre, dont on prône d'ailleurs la réouverture !

Et si Le Drian, son ministre des affaires étrangères, était (malheureusement) dans le vrai : « *le monde d'après ne sera pas comme avant, il sera pire* ».

Réponses dans les prochains mois. D'ici là, « prenons soin de nous » comme on dit !

Quelques brèves

Trump est-il un cabotin ou un grand guignol, qui a une idée géniale contre le Covid : recommander les traitements aux UV (le virus a peur de la lumière du soleil !) et surtout l'administration (en sous-cutané ou par aérosols ?) de produits désinfectants, type eau de Javel (car le virus est ainsi tué « *in one minute* » !)



Bref « cette piste lui semble intéressante ». On en rit mais les fabricants de ces produits toxiques ont dû faire des démentis immédiats ! Ce même Trump qui est défendu par

son armée de fidèles inconditionnels Républicains équipée d'armes à feu pour retrouver sa liberté ! Les USA vont bientôt atteindre le cap des 60 000 morts, 1 million de cas d'infection, soit le tiers mondial (serait-ce le nouveau tiers-monde ?!) Trump a prévenu : moins de 100 000 morts et ce sera une grande victoire... pour lui ! N'a-t-il jamais rencontré ces soignants épuisés, pour lui totalement invisibles ?



Bolsonaro est toujours dans le déni, et les morts doivent être enterrés dans des fosses communes creusées par des tractopelles ; une forme de barbarie de cet autre grand guignol.

L'Allemagne, qui a pris en charge dans ses services de réanimation 130 Français pour décongestionner les hôpitaux du Grand Est en plein pic épidémique, ne nous facture pas ces (excellents) soins (20 millions d'euros). Discretion et classe, Bravo ! On en parle peu...

Le Pr Raoult, moins discret lui, va chez le coiffeur (car « son » IHU méditerranée a même un salon pour les soignants) ; il en avait besoin ! Mais a précisé : « pas trop court » ! Une nouvelle étude américaine (à analyser avec précaution) ne montre pas de bénéfices du « traitement Raoult » (chloroquine + azithromycine, mais les « effets indésirables » signalés à L'ANSM (environ 200) dans le cadre du Covid sont préoccupants car la moitié de ceux-ci sont liés à ce traitement (dont 80 % sévères et 4 décès), à suivre...

On guérit du Covid, avec ou sans chloroquine ! La preuve : les deux protagonistes des discussions actuelles sur le Brexit, B. Johnson et M. Barnier, atteints par le virus, viennent de reprendre leurs discussions musclées, laissant présager des mois difficiles... non le feuilleton du Brexit n'est pas terminé !

La nicotine, rempart contre le coronavirus... Et moi qui suis « vieux » (pardon « sénior ») et non-fumeur (double peine) !

Amazon, qui ne s'est pas contenté de livrer des « produits essentiels », a vu son CA faire un nouveau bond pendant cette épidémie (combien de millions ?) au détriment des petites enseignes (fermées) qui périssent (librairies par exemple). Cynisme de Jeff Bezos, son PDG, et incohérence des Français,

qui pestent contre les GAFAs, mais n'ont jamais tant recouru à ces sociétés.

Distanciation sociale : pourquoi ce terme qui a une connotation de condescendance ? Il s'agit de distanciation physique, ni plus ni moins, et à défaut de se toucher ou de s'embrasser, les règles de politesse demeurent : se saluer et se dire bonjour, sans défiance, se sourire aussi, restent de vigueur. D'ailleurs, les indiens l'ont compris qui depuis longtemps ont la culture du masque et ne se serrent jamais la main et font ce geste « Namasté », salut mains jointes.



Se dirige-t-on vers une « civilisation du sans contact » où le lien social ne disparaîtra pas mais prendra d'autres formes, encore à inventer ?

14. Septième semaine, 26 avril-3 mai, bientôt le déconfinement ? Des questions... et des doutes

Après le discours du Président du 13 avril, « ce sera le 11 mai, progressivement et partiellement », c'est au Premier ministre de gérer la patate chaude et d'organiser la mise en œuvre précise du déconfinement... pas une mince affaire ! Dans son « Discours de la méthode », ce 28 avril, dernière ligne droite de ce long épisode, il se montre prudent, modeste et soucieux. « *Nous n'allons pas vivre « après le covid » mais avec le virus... La France est au bord de l'écroulement...* ». Pas sûr qu'il nous ait bien rassurés, mais finalement tant mieux car il restera encore beaucoup de « cons-finis » à recadrer après le déconfinement (cf les micro-trottoirs imbéciles). Le chemin de crête est difficile entre la protection sanitaire et l'effondrement économique. Le challenge du gouvernement : tenir compte des avis du conseil scientifique (très réservé et préconisant un passage limité « du noir au gris ») et la réalité des indicateurs qui restent orange ou rouge.

Sanitaire

Vingt-cinq mille morts à ce jour (dont 40 % en EHPAD et 60 % à l'hôpital) + 10 000 morts à domicile estimés. Le bilan définitif,

dans quelques mois, sera sans doute lourd car il faudra aussi redouter, chez les « aînés », le « syndrome de glissement », décès différés peu après le traumatisme physique et psychologique... Mais surtout, ce virus circule toujours, avec des nouveaux cas quotidiens nombreux, et des lits toujours en tension. Il faut aussi prendre en compte le tribut des « morts au combat » en France, puisqu'il s'agissait d'une guerre selon E. Macron ! Mille cinq cents soignants infectés (sur 500 000) et environ 20 décès (8 dans le Grand Est, 8 en région parisienne) surtout des médecins, bilan provisoire) soit 10 fois plus que le reste de la population... Score du jour : 250 000 morts dans le monde dont 70 000 aux USA. La Grande-Bretagne vient de prendre la 1^{re} place en Europe !

Économique

Huit pour cent de hausse du chômage en avril, 90 % de chute des immatriculations automobiles, Airbus, après Air France au bord du gouffre, prévision de baisse de 10 % du PIB, hôtellerie-restauration, tourisme, culture sont à l'arrêt, et chaque jour apporte son lot de mauvaises nouvelles.

La décision politique est une ligne générale nationale (protéger + tester + isoler) à décliner localement, avec les maires, les présidents de départements, les préfets : bref on ne déconfiner pas par région...mais c'est tout comme. Et, surtout, on ne déconfiner pas vraiment : on desserre un peu le confinement, pour un test de 3 semaines « d'observation ». C'est un casse-tête, en particulier pour les maires en première ligne pour de nombreuses mises en œuvre et ils sont souvent assez remontés... Le gouvernement semble enfin et vraiment les considérer...

Les départements sont classés en rouge, en vert... et même en orange d'attente... avec des couacs cartographiques !



Les écoles reprendront de façon non obligatoire, décalées par classes, par dates, par groupes, par couleur départementale. Si vous avez du mal, reportez-vous au document de 53 pages du ministère « protocole sanitaire de rentrée des classes » !

Les transports en commun, l'autre casse-tête pour éviter la promiscuité, malgré le port obligatoire du masque, d'où reprise probable de la voiture individuelle et incitation à reprendre le vélo (les grèves, depuis plusieurs mois, ont préparé le terrain et on voit fleurir des « corona-pistes »), la poursuite et l'encouragement du télétravail (passé de 7 à 25 %) sera sans doute un fait majeur conséquence de ce Covid, avec à la clé moins de temps perdu dans les transports, moins de besoin de surfaces de bureau (surtout avec la disparition programmée des open space) moins de voyages (avion) pour des réunions.



Quels masques ? Et où, et pour qui ? Type FFP2, chirurgical, en tissu de catégorie 1 ou 2, ou... pas de masque soit 25 situations de rencontre et de transmission du virus, selon une échelle de risque !!! Lutte des masques, lutte des classes !

Les restaurants les hôtels, et donc le tourisme, sont toujours à l'arrêt, sinistrés (décision dans un mois) ; on attendra pour se faire une bouffe. Quant au cinéma...

Les vacances d'été : déconseillé de faire des réservations de séjours et voyages ailleurs qu'en France, voire dans une autre région que la sienne ! On va voir apparaître des slogans et des mèmes du style « Cet été je découvre mon beau pays, je déguste ses fromages, je redécouvre la vie dans la nature, sans tous ces festivals finalement artificiels... ».

Entre peur et désir de « liberté » (même si confinement n'est pas enfermement), sur fond de défiance envers nos gouvernants, on oscille entre des espoirs et désespoir (en tout cas déception) : on souhaite bouger, retrouver nos familles et nos amis, nos coif-

feurs (un tiers des Français) !! On a dépassé le seuil de 1 mois et demi de confinement, retenu par les psychologues comme étant celui de la lassitude et du mal-être. Le relâchement risque bien de survenir de toute façon, malgré toutes les consignes et l'appel au sens civique.

Ce confinement n'en finit donc pas vraiment, et une petite musique se fait même entendre d'un possible report (le 11 mai en juin ? Réponse dans 4 jours). D'ailleurs, le 2^e tour des élections municipales, dont tout le monde se fiche, sera sans doute reporté fin septembre (pour à nouveau 2 tours !). Nous cache-t-on quelque chose ? Pas assez de tests disponibles ? Appli de traçage Stopcovid pas prête ? (Mais on doute de son efficacité). Craint-on surtout une deuxième vague qui entraînerait un nouveau confinement, extrêmement préjudiciable ? (Par une reprise de la circulation du virus et, conjointement par un effet rebond possible, des admissions pour des pathologies lourdes (cancer, AVC, infarctus, etc.) restées depuis 2 mois en retrait des soins par crainte du Covid. Quelques pays voisins ont déconfiné : Suède, Autriche, Allemagne, République Tchèque, Italie, etc. Et nous et nous ? Quid de l'acceptation par la population de ces possibles « pertes au feu » à venir dans ces temps dits, encore une fois, de guerre ? Une chose est sûre, il y aura en juin une commission d'enquête pour revoir précisément la chronologie des faits depuis décembre et l'analyse rétroactive des dysfonctionnements qui ont obéré de façon majeure le début de cette pandémie où les discours n'avaient d'autre but que de masquer des insuffisances... de masques en particulier, à peine jugulés. Et la porte-parole du gouvernement, Sybeth Ndiaye (ça ne s'invente pas), n'a pas vraiment fait dans le subtil... (son « best of » de gaffes à répétition pourrait faire sourire).

En bref, pour ne rien oublier

- Notre ami Donald (Trump) en a assez de toutes ces « histoires » : il va reprendre sa campagne et défend mollement les commandos armés qui s'opposent au confinement en faisant irruption dans le Capitole du Michigan (état démocrate) « Live free or die », cap sur sa réélection...?
- Comment lire la carte de France du déconfinement, rouge et verte, quand on est daltonien ?
- Comment lire sur les lèvres de l'interprète en langue des signes... s'il est masqué ?

- Premier cas de chat contaminé Covid par ses maîtres... il n'avait pas de masque !

- Bel acte de civisme des Belges qui renforcent leur consommation de frites, car surproduction de pommes de terre.

- En Chine, les enfants portent des chapeaux avec des sortes d'antennes latérales pour leur apprendre la distanciation !



- Complétant la société du « sans contact » (voir semaine précédente), P. Bruckner évoque une nouvelle « société du mètre et demi » et propose un « corona-sutra » ! Et que seront les futurs films de marivaudage réalisés avec des tournages « distanciés » ? Les films actuels seront déjà « d'un autre monde », celui où l'on pouvait boire un coup avec des amis dans les cafés, un lieu de référence tant il est culturel et multi filmé, s'embrasser aussi... Le SIDA n'a pas eu cet impact sur la vie courante !

- Plus sérieusement, il est amusant de voir se développer toute une série d'innovations dans ce sens (on ne dira plus poignée de porte mais coudée de porte !).

- Fin, cette semaine, de la surpopulation carcérale ; du jamais vu (moins de délits et surtout nombreuses remises de peine) ; merci Covid !

- Peut-on envisager une mesure dérogatoire d'accès à un coiffeur pour J.L. Mélenchon et N. Saint-Cricq ?

- Le Pr Raoult va rejoindre M. Onfray qui fonde un nouveau « Mook », le Front populaire ; il faut un financement participatif... ce sera deux fois sans moi !

15. Huitième et dernière semaine, 4-10 mai. Fin de partie, 55 jours d'une histoire inimaginable

Nouveau « grand discours » du premier ministre le 7 mai : levée du confinement ce 11 mai... enfin pas complètement ! Il a tranché mais, plus que jamais, la ligne de crête se profile, étroite et à risques. Le 11 mai 2020 restera dans l'Histoire, comme le 10 mai 1981, deux grands tournants.

Timide redémarrage, plus que véritable relance

Ecoles : reprise non obligatoire et échelonnée (bref une garderie d'enfants pour leurs parents travailleurs et même télé-travailleurs !). Macron ne résiste pas à monter au front, avec un beau masque siglé bleu blanc rouge !



Transports publics : le scénario à haut risque avec capacité réduite des moyens et afflux probable malgré consignes (étalements, horaires de trajet, télétravail, incitation aux déplacements alternatifs), nouvelle attestation de l'employeur... Comment respecter la distanciation dans une rame de métro de la ligne 13 ? (un passager par m² contre 8 habituellement !) Et quelle « distanciation » ? 1 m en France, 1,5 m en Allemagne, 2 m en Grande Bretagne et en Italie ! Sans doute le lancer de postillon est-il nation-dépendant !



Industrie : la reprise se fera plutôt en U (si tout va bien...) qu'en V... et si ne se greffent pas les nouveaux mots d'ordre de la CGT pour cesser le travail ! Elle a une nouvelle fois tout compris car la crise a bien sûr été causée par un virus capitaliste !

Bonne nouvelle : beaucoup de commerces vont rouvrir (ou réouvrir ? L'un et l'autre se dit (ou se disent !)) Bref, réouverture des librairies, qui nous ont tant manqué ; espérons que Amazon, lâche concurrent sur des produits jugés non essentiels, et qui s'est fait un juteux profit pendant cette crise, n'aura pas encore plus mis la tête sous l'eau de ces

« petits commerces » contraints de fermer pendant ces deux mois. Et des coiffeurs... merci pour J.L. Mélenchon.



Vers une nouvelle normalité, « new normal » ?

Une société de la distanciation et du sans contact se met en place, curieuse et rapide évolution (avec pour nouvel étalon le mètre et demi). Dès la naissance : étonnantes (et affligeantes) ces visières pour nouveau-né !

Dans les commerces, finis la flânerie, le feuilletage, les essayages : marquage au sol des distances (comme sur les autoroutes), nombreux clausus d'entrée, sens de circulation, queues à l'extérieur, port de masque, gel un peu partout, utilisation de gants, etc..)

Installation massive de « verres barrières » : nouveau terme qui n'est en fait que le retour des « hygiaphones » de 1945, supprimés en 1990 pour plus de convivialité. « Barrière », vaste programme...

Port du masque, finies les tergiversations : obligatoire dans les transports publics (pourquoi pas dans tous les espaces publics ?) mais se généralisera, espérons-le, petit à petit ailleurs (deviendra-t-il un nouvel accessoire de mode comme au temps de Proust ?).

Télétravail : il sera encouragé (2 à 3 jours par semaine ?) et pérennisé (nombreux avantages « sociétaux », mais quels inconvénients personnels ?). En corollaire, réorganisation des espaces de travail (suppression des « open spaces » initiés en 1990 ?)

Nouveaux dispositifs (ou « gadgets géotrouvetout ») et nouveaux gestes, dont on ne voit que le début, qui s'inscrivent dans une conception hygiéniste de nos comportements : écrans tactiles autonettoyants, poignées autonettoyantes, poignées coude, crochet « Yanook » pour éviter les multiples contacts, horodateurs pour accès aux lieux publics (on payera sa place à la plage après sa place de parking !); nouveaux gestes (utilisation du pied, du coude, de la manche) lavage des mains fréquent, suppression de nos manifestations affectives « tactiles ». Disparition prochaine des espèces remplacées par un paiement par CB « sans contact » dont le seuil vient d'être relevé à 50 euros ? Bientôt, on en viendra à la « no touch technic » caractéristique de la gestuelle en chirurgie orthopédique !



Impression d'avoir pris un train (comme *le dernier train pour Buzan* !) quittant notre monde d'avant, entrant dans un long tunnel et nous débarquant dans un autre monde, avec une autre culture bien différente de celle que nous avons quittée (de type japonaise, par exemple, pour l'hygiénisme !). Elle nous déconcerte et va nécessiter d'apprendre ses codes : ce n'est pas gagné ! Et ce changement de paradigme risque de durer longtemps car la survenue de nouveaux épisodes pandémiques est maintenant une donnée que nous commençons à prendre en compte.



Quel premier bilan peut-on tirer ?

Cinquante-cinq jours de confinement... Une éternité ! Les bilans nationaux et mondiaux (économique, sanitaire, sociétal, politique, etc.) feront assez vite l'objet de rétrospectives (livres, films, séries, etc.) sur ces 4 mois qui ont changé le cours de nos vies.

Le classement du nombre des requêtes sur Google pendant cette période est amusante : au top « fabrication de pain chez soi », suivie de « masques ». Amusante aussi toute la sémantique autour de cette nouvelle vie. Je retiens plusieurs choses, à chaud...

La question des masques a envahi ce long feuilleton Covid (dépassant la chloroquine du Pr Raoult, la théorie du complot, les combattants de première et deuxième ligne, et même le « pic épidémique ». Que n'a-t-on entendu ? Scandale d'état pour « mise en

danger d'autrui » avec, à ce jour, quelques 60 plaintes déposées (voir l'enquête en 5 épisodes dans le Monde), leur intérêt (inutile, puis recommandé, voire obligatoire), le calendrier d'approvisionnement (en attendant Godot), leurs différents modèles, leur fabrication (artisanale souvent bénévole, avec des tutos, ou des notices techniques (comme celle de l'AFNOR en 94 pages !) ou issus de marques du luxe temporairement reconverties (LVMH, Chantelle), l'approvisionnement de cette denrée rare (pont aérien chinois et distribution sous haute protection), stocks détruits pour masques non conformes... puis finalement conservés, petits larcins et vente au noir, ou... gros larcins d'état (dont ceux de notre gouvernement qui a confisqué ceux destinés à la Suède ou à des collectivités locales !), la façon de les mettre et les porter. Bref, pas un jour sans parler du masque, le sparadrap du capitaine Haddock pour Macron, Veran, etc. Maintenant on les a et il va falloir les (bien) porter !

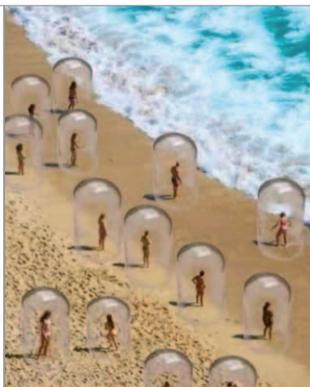
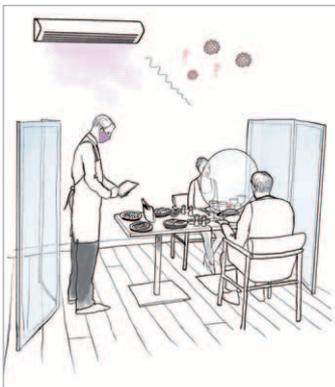


Ce feuilleton, en fait, est emblématique d'une communication d'amateur de nos dirigeants, incohérente, martiale souvent. Une cacophonie et des couacs à répétition qui ont contribué, pour l'essentiel, à la défiance envers le Prédident et le Premier Ministre. Ceux-ci, au demeurant, ont fait ce qu'ils pouvaient, face à une situation inédite, qui ne s'apprend pas à l'ENA ! Feuilleton révélateur aussi de notre bureaucratie, qui a retardé beaucoup de procédures urgentes, comme la mise en fabrication des tests !

Et sur un plan plus « personnel » ?

Ou'ai-je appris ? Après la sidération devant un tel immense événement, j'ai esquissé au fil de ce journal quelques réflexions sur ce que nous avons traversé ; ces pages en garderont la trace...

Ou'ai-je fait pendant ces 2 mois, à part imprimer et remplir des « attestations dérogatoires de sortie » (autre emblème de cette crise, avec les masques) ? Comme tous mes concitoyens (enquête IPSOS) : du rangement, du tri, quelques loisirs... et la rédaction de ce journal !



ATTESTATION DE DÉPLACEMENT DÉROGATOIRE

En application de l'article 3 du décret du 23 mars 2020 prescrivant les mesures générales nécessaires pour faire face à l'épidémie de Covid19 dans le cadre de l'état d'urgence sanitaire

Je soussigné(e),

Mme/M. : _____

Né(e) le : _____

À : _____

Demeurant : _____

certifie que mon déplacement est lié au motif suivant (cocher la case) autorisé par l'article 3 du décret du 23 mars 2020 prescrivant les mesures générales nécessaires pour faire face à l'épidémie de Covid19 dans le cadre de l'état d'urgence sanitaire :

Déplacements entre le domicile et le lieu d'exercice de l'activité professionnelle, lorsqu'ils sont indispensables à l'exercice d'activités ne pouvant être organisés sous forme de télétravail ou déplacements professionnels ne pouvant être différés.

Déplacements pour effectuer des achats de fournitures nécessaires à l'activité professionnelle et des achats de première nécessité dans des établissements dont les activités demeurent autorisées (liste sur [gouvernement.fr](https://www.gouvernement.fr)).

Submersion d'informations (télé, presse), une invasion numérique, quasi addictive (mails, WhatsApp, visio conf'... on dit maintenant Zoom) avec envie de se déconnecter, lassitude psychologique et physique (malgré des séances télévisuelles pour « rester en forme » avec Lucille et Mamadou !). Pour cet immédiat « après », préoccupation pour le quotidien et inquiétude surtout pour l'avenir économique et social, celui de la jeune génération, les coronials... Les gilets jaunes n'auront été qu'une pâle répétition de ce qui nous attend. Espoir que les grands engagements pris soient tenus pour sortir l'hôpital de sa crise pérenne (« pas de retour à l'anormal » disent les soignants, qui ont eu « l'impression d'être libérés, comme si on avait ouvert une porte de prison »). Macron a fait des promesses également pour reconsidérer, vite et sans nouveau report, la question prégnante de l'autonomie et du grand âge, et aussi pour revaloriser les premiers de corvée, heureusement « reconnus » par les Français.

Autre chose : on a été abreuvé de chiffres et d'indicateurs, au fil de l'info en continu :

Les victimes du Covid (en milliers, en millions)

À ce jour, 26 000 morts en France, dans les hôpitaux et les EHPAD (soit environ 35 000 avec les décès non comptabilisés à domicile et plutôt 40 000 avec les « glissements » attendus, bien loin d'une grippette donc, avec un bilan comparable à celui de la grippe de Hong Kong de 1968-1970 ...mais qui s'en souvient ?). Sur le plan mondial, 4 millions d'infections et 280 000 morts (dont 1,3 millions et 80 000 décès aux USA) ; en Europe duo en tête : Grande-Bretagne et Italie (30 000 morts) suivi de France- Espagne ex-aequo et Allemagne 7 000... seulement !



En économie, litanie de pourcentages, en baisse ou en hausse (production, chômage), de milliards injectés par les banques et les institutions. Un vrai tournis, au point de ne plus mesurer la réalité qui se résume à « récession » et « perspectives inconnues et inquiétantes ».

Et enfin, une pratique numérique qui a fait un « bond en avant de 8 ans en 8 semaines » selon un analyste, transformant notre mode de vie (télé-travail, école, vie pratique : commandes en ligne et livraisons à domicile ou en « drive », rencontres sur écrans... merci Zoom) ; sans retour en arrière et composante essentielle de ce « monde d'après ».

La téléconsultation médicale, au début timide, vient d'un seul coup d'entrer dans les mœurs, s'affranchissant des prérequis de sécurité, confidentialité, interopérabilité, etc.



« Et maintenant on fait quoi ? »

S. Beckett, *En attendant Godot*.

On parle juste de demain, **lundi 11 mai 2020** : appréhension et/ou excitation ? En tout cas « en mai 2020, ne fais pas ce qu'il te plaît ! ». Pour « penser le monde d'après » attendons encore un peu... Demain, on entre dans une sorte de sas de décompression progressive et attendons le 2 juin, prochain point d'étape qui réservera peut-être des surprises ! La France est coupée en deux zones comme la France libre et occupée : Nord et Est en rouge, le reste en vert (l'orange a disparu), n'aurait-on pas pu garder les couleurs rouge et orange car la différence est ténue ? Et surtout, le vert n'est-il pas le synonyme de « tout est permis » ? Par ailleurs, pourquoi cette limitation de déplacement à 100 km (à vol d'oiseau) si on

change de département... mais pas à l'intérieur de son département ? (On revient de facto à une découpe départementale, faisant fi de la région). Le slogan cartouche de nos écrans de télévision « restez chez vous » vient de se transformer en « restez prudent ».

Encore beaucoup d'inconnues sur le virus, son infectiosité (les enfants ?). Des tests dont on nous assure qu'ils sont maintenant en nombre suffisant... Une appli « Stop-covid » enterrée dans l'œuf, et la mauvaise com', source de polémique, confondant encore « traçage sanitaire » et « traque sécuritaire » : des brigades sanitaires la remplacent recherchant les contacts sitôt des foyers identifiés ! Les recommandations de prudence s'imposent encore car les épidémiologistes ont modélisé une 2^e vague d'épidémie (500 à 600 lits de réanimation seraient occupés fin juin en Île-de-France, soit la moitié du pic d'avril). Puissent-ils se tromper ! Déjà, de nouveaux foyers (« clusters !») ont été observés en Dordogne et dans la Vienne, le Sud-Ouest était pourtant épargné jusqu'à maintenant. A. Merkel, une femme sage et prudente, résume bien les choses : « nous vivons sur une fine couche de glace », inquiétant avec le réchauffement climatique !

On present aussi un contre-coup psychologique du déconfinement : lassitude, inquiétude professionnelle, cohabitation des couples et des enfants J7, H24... Attendons le prochain « baromètre du moral des français » mais il apparaît déjà que « un tiers des couples a vu son amour grandir » (le carnet des naissances de janvier 2021 nous changera de celui des nécrologies d'avril 2020) et 10 % (seulement) se détériorer... Moi, je n'ai pas été sondé ! Et les Français ont pris 2,5 kg en moyenne... mais pas moi !

Perspectives estivales très mitigées (les réservations viennent d'ouvrir pour louer une place sur une plage, pas pour bronzer idiot, mais pour être « dynamique », sous peine d'être expulsé ! Festivals annulés, restos type parloir de prison. Ce sera plutôt un retour à la nature et aux plaisirs simples. Pour le « sea sex and sun », le cru 2020 ne vaudra pas 1969, année érotique de référence !

Solidarité nationale pour se retrouver les manches ? Pas sûr... les politiques commencent à se lâcher (il ne fallait pas..., il faut... et il faudra...) et la demande de commissions d'enquête va revenir à la surface. Les syndicats, qu'on avait oubliés depuis la réforme des retraites, sortent du trou avec un certain Ph. Martinez... qui ne nous manquait pas.

Et Trump ? Il nous promet une surprise pour Noël : un vaccin, américain bien sûr. Tant mieux parce que le virus vient d'atteindre la Maison Blanche, et les prévisions parlent de 130 000 morts en août ; il veut néanmoins déconfiner à tout va. Trump sait s'adapter et Pearl Harbor est sa nouvelle image de l'épidémie, connotée d'une « attaque asiatique ». Sera-t-il réélu en novembre ? Ce serait bien une corona-victoire !

Et notre Sybeth nationale ? Les Guignols de l'info auraient eu de la matière avec elle, clope au bec... Bon, elle a vanté son site gouvernemental qui « sélectionne les infos et ne garde que les sources sûres et vérifiées »... Nouveau tollé ! Mais ne tirons plus sur la gaffeuse en chef, elle a bien dégusté en mêmes ou billets d'humeur (excellent celui de T. Cre-misi, JDD, 3 mai 2020).



Scoop de dernière heure : avec une reprise de vie « normale », les grandes surfaces acceptent l'échange des packs de 12 rouleaux de papier toilette contre un masque en tissu !

Epilogue

« Il faut fonder le concept de progrès sur l'idée de catastrophe ; que les choses continuent comme avant, voilà la catastrophe », Walter Benjamin.

« Quand on survit à une calamité, on connaît le bonheur plus tard », François Cheng.

Et voilà, c'est fini, enfin ! Du moins cet acte 1, long, très long, de 55 jours... Car la suite n'est pas encore écrite et s'annonce à rebondissements : sanitaire (avec des répliques probables, économiques et sociales)

évidemment, mais de quelle ampleur ? Politique, avec un vrai rôle géopolitique de l'Europe face à deux nouveaux ennemis la Chine et les USA. Sociétal, enfin, dont on ne mesure pas encore toutes les conséquences sur notre nouveau mode de vie, nos nouvelles relations masquées ! De grands changements sont attendus, espérés : hôpital, dépendance et bien sûr l'arrivée d'un traitement efficace (autre que la chloroquine !) ou surtout d'un vaccin, enfin ! Pour en finir vraiment avec la pandémie.

Et surtout quel sera ce fameux « monde d'après » ? « Sachons nous réinventer, moi le premier », a dit E. Macron. Quelles orientations va (pourra) prendre le Président, le champion du « en même temps » ? Il devra se confronter (une fois dépassé le grand puzzle du déconfinement) à la réalité de la reprise que beaucoup souhaitent à marche forcée, pour faire comme avant, tout en tenant ses engagements de profonds changements. Le philosophe B. Latour analyse ainsi ce dilemme : « Qu'est-ce qu'on jette ? Qu'est-ce qu'on garde ? Qu'est-ce qu'on invente ? ». Pour le même monde qu'avant (*business as usual*), voire le même en pire, ravagé par les faillites, les dettes ? Ou vraiment pour un meilleur nouveau monde, tirant toutes les leçons de cette crise historique ? « Il ne nous appartient pas de rebâtir hier, mais de gagner ou de perdre demain », Lyndon B. Johnson.



Un monde s'appuyant sur quelques grandes lignes :

- plus d'écologie, le *new green deal* : le virus et le changement climatique ne sont pas (ou très peu) liés mais on a vu qu'il était possible de s'adapter mondialement et rapidement à une crise de grande ampleur. Alors pourquoi ne pas le faire avec cette autre qui s'annonce, moins brutale certes mais bien aussi grave pour nos descendants ;
- de nouveaux « usages du monde » grâce au numérique qui contribuera significativement au principe d'écologie ;
- enfin, une nouvelle solidarité, entraperçue pendant ces deux mois, avec une reconnaissance véritable envers ceux qui ont tant compté pour nous, sans compter pour eux (les soignants, les premiers de corvée). S'imposera-t-elle au terme des applaudissements sur les balcons et des discours promesses, ou bien tout cela n'aurait-il été qu'une parenthèse ?

Puisse la déclaration de B. Le Maire (dont les aides qu'il accordera aux entreprises seront assorties de contreparties environnementales) se concrétiser : elle résume bien les défis et les enjeux : « il faut un nouveau capitalisme, plus respectueux des personnes, plus soucieux de lutter contre les inégalités et plus respectueux de l'environnement ». Les tribunes, entretiens, éditoriaux fleurissent sur ce thème « du jour d'après » et vont dans le même sens ; mais on a déjà connu tant de « plus jamais ça », vite oubliés après un choc majeur tel que ce « COVID-19 » en cette année bissextile 2020...

Rémi KOHLER



Merci à François KOHLER pour son aide (relectures, sélection de photos).

Rédacteur en chef : Philippe Merloz - Directeur de publication : Alexandre Poignard

Correspondance : SOFCOT - 56 rue Boissonnade - 75014 PARIS - France

Tél. : 01 43 22 47 54 - Fax : 01 43 22 46 70 - e-mail : sofcot@sofcot.fr - www.sofcot.fr



CAOS : l'invitation au voyage !

Par **Marc-Olivier GAUCI** (Nice), Président de CAOS France

L'orthopédie évolue par cycle d'innovations. Les technologies CAOS sont désormais clairement inscrites dans les perspectives du XXI^e siècle et sont associées aux immenses progrès technologiques dans le domaine de la modélisation et du traitement des données. En effet, au milieu du siècle dernier, les pionniers « orthopédistes » (ils ne s'appelaient parfois pas encore ainsi !) adaptaient le patient aux implants qu'ils avaient élaborés. Ils décrivaient et imitaient les articulations pour mieux les remplacer. Devant la diversité des cas propres à chaque pathologie, les implants sont ensuite devenus adaptables au patient, modulaires. On ne parlait alors que « design » des implants, biomécanique, biomatériaux. Avec ces implants, le chirurgien pouvait enfin s'adapter, pendant l'intervention, aux variations anatomiques présentées par chaque patient en restant le plus conservateur possible. Aujourd'hui, à l'aide des logiciels de planification, les technologies CAOS (*Computer Assisted Orthopaedic Surgery*) permettent de prévoir des implants adaptés au patient et de régler le processus d'implantation avant l'intervention.

C'est dans cette nouvelle ère qu'est entrée l'orthopédie : l'ère de l'anticipation, de la préparation, de la prévoyance.

Le chirurgien « artiste », vu d'un œil extérieur, est devenu aujourd'hui plus rassurant si ses gestes sont réglés comme du papier à musique. Et s'adapter sonne quasiment comme un aveu d'échec : si tout est prévu, devoir s'adapter gènerait vite subir une situation. Le nouveau gage de qualité est prévoir, voire prédire. Qui comprendrait aujourd'hui que nous ne puissions pas le faire ? Regardez le Covid : il fallait prévoir les masques, les vaccins, les vagues, les variants, etc. « Nous sommes au XXI^e siècle tout de même ! ». Le temps du tout modélisable, de l'anticipation, tout doit être préparé, nulle place à l'imprévu... Et ce devoir incombe désormais aussi au chirurgien : préparer l'intervention, prévoir les implants, prédire les obstacles, prévenir les complications pour limiter les risques, pour gagner du temps (et de l'argent), pour justifier son diagnostic, ses gestes, etc. et répondre à l'obligation de moyen !

Heureusement, passer le pas des CAOS ne sera pas (uniquement) contraint et voir les technologies CAOS sous le seul spectre sécuritaire serait réducteur. Les principaux progrès de ces dernières années dans le domaine de l'orthopédie ont été largement reliés à une meilleure compréhension de notre façon d'opérer. Prétendre améliorer notre geste nous a finalement incité à mieux décrire nos objectifs et, de proche en proche, remonter le chemin vers les déterminants de notre décision thérapeutique et du diagnostic initial. Qui aurait pu penser, dans les années 1980, qu'un ancillaire personnalisé guidant nos coupes ou un robot orientant nos vis aurait pu remettre en question tout notre raisonnement médical ?!

C'est pourtant chose faite et la nécessité de concevoir des modèles 3D fiables nous renvoie à nos planches d'anatomie, à l'observation des imageries préopératoires et à l'examen clinique plus précis de nos patients. Pour découvrir que nous ne savons rien de ce continuum qui relie diagnostic, prise en charge et résultats. C'est aussi une formidable occasion de reprendre du recul sur notre hyperspécialisation pour aborder à nouveau notre discipline de façon transversale.

Le monde des CAOS est donc bien vaste et nous chirurgiens ne pouvons l'explorer seuls. C'était la certitude de ses fondateurs visionnaires, Philippe Merloz et Eric Stindel, en 2004 : créer une société savante alliant les chirurgiens avec les chercheurs qui détiennent les clefs techniques de ce progrès. Vous le verrez dans ces pages, cette union a donné naissance à des rejetons atypiques : les *sur-gineers*. Ces nouveaux chirurgiens-ingénieurs qui sont (paradoxalement ?) les garants de notre identité chirurgicale de demain. Le Collège des Jeunes Orthopédistes tient donc une place toute particulière et ses représentants, Louis Dagneaux (son président) et Pierre-Emmanuel Chammas, vous prouveront qu'ils ont bien l'intention de guider les nouvelles générations sur la bonne voie.

La société CAOS a donc fort à faire ; nous avons relevé nos manches et plusieurs projets ambitieux ont ainsi vu le jour. D'abord, les premières Journées CAOS auxquelles nous espérons vous voir nombreux avec Adrien Jacquot. Ensuite, le Projet CAOS, un large projet en trois actes qui vise à nous donner plus de transparence sur les technologies qui envahissent depuis peu nos blocs (et nos raisonnements !). Dans ces pages, les chefs d'équipe du Projet CAOS vous feront part des avancées du projet. Maître Souci-Guedj nous rapportera aussi l'évolution de la législation sur ces nouvelles technologies et en particulier l'IA et reviendra sur l'importance de maîtriser les concepts de base de toutes ces technologies puisque nous restons et resterons les seuls responsables devant nos patients.

Vous l'aurez compris : demain, maîtriser les technologies CAOS ne sera plus une option :

- soit parce qu'il faudra justifier d'avoir tout mis en œuvre pour réaliser une intervention : l'obligation de moyens. Les planifications sont désormais largement réclamées dans les dossiers d'expertise à tel point qu'il ne serait pas étonnant que **demain, l'obligation de planification s'ajoute à l'obligation d'information** ;
- soit parce que les organismes d'assurance ne couvriront plus vos actes effectués sans ces technologies qui seront à leurs yeux garant de la reproductibilité des gestes et de la sécurité des patients. Et cela devrait nous inciter à une large réflexion sur l'expérience chirurgicale ;
- et, surtout, pour continuer de nous améliorer et de maîtriser nos pratiques. Ne devenons pas des techniciens appliquant sagement des consignes dictées par des ordinateurs boostés à l'IA et aux big data sans rien y comprendre.

Le train de CAOS est bien en marche.

Rejoignez-nous !

Marc-Olivier GAUCI

Journées CAOS
Computer Assisted Orthopaedic Surgery - French Society
2021 25 26 **JUIN**

100% Virtuel
Technologies CAOS
Plateforme
VirBELA
EVENTS
INSCRIPTION EN LIGNE SUR
www.caos-france.org



Lettre ouverte aux jeunes chirurgiens orthopédistes concernant les technologies CAOS

Par **Louis DAGNEAUX**, Président du CJO et **Marc-Olivier GAUCI**, Président de CAOS France

Chères et chers jeunes orthopédistes, serez-vous les chirurgiens « augmentés » de demain ?

A première vue, nous le sommes déjà. Nous profitons au quotidien de nouvelles technologies que nous avons intégrées dans nos planifications et gestes chirurgicaux depuis des années. Reconstruction et navigation tri-dimensionnelles (3D), guides de coupe, chirurgie robotique, implants sur mesure ne sont pas des outils permanents de notre art, mais ils se sont progressivement imposés comme des garants d'une chirurgie toujours plus précise, toujours plus reproductible, toujours plus personnalisée. L'avènement de l'imagerie 3D et la simplification des procédés industriels ont permis une telle avancée dans nos blocs opératoires que nous sommes en droit de nous demander si, demain, il sera possible de faire sans ces technologies CAOS. Néanmoins, si nous envisageons de meilleurs résultats chez nos patients, l'engouement industriel est bel et bien réel. On peut craindre d'être noyé dans un maillage technologique qui ne cesse de grandir, grisé de nos coups de com' à répétition et inondé des informations détaillées en provenance de nos réalités virtuelle, augmentée et mixte [1].

Prenons l'utilisation des guides de coupes sur mesure. Il est vrai qu'un guide apposé sur un os permet la réalisation d'une ostéotomie avec une bonne précision et reproductibilité, facilitant l'accès de cette chirurgie à son utilisateur quel que soit son niveau d'expérience [2]. Néanmoins, la pertinence de l'indication, la qualité de la planification en collaboration avec l'ingénieur, la sélection des moyens de fixation sont autant d'étapes primordiales à ne pas négliger. Il aura fallu plusieurs travaux français pour valider leur utilisation pour certains (dans les ostéotomies péri-articulaires du genou [3], l'exérèse d'une tumeur du bassin [4], le fraisage de la glène à l'épaule [5], etc.) mais également pour préciser l'absence de leur supériorité dans d'autres [6, 7]. Ainsi, nouvelle technologie

ne signifie pas nécessairement bénéfique clinique pour le patient et pour son chirurgien. Concernant ce rétrocontrôle vis-à-vis de toute nouvelle technique opératoire, CAOS France ambitionne donc, par ses experts et son programme d'évaluation, de préciser et de labéliser la place de ces nouvelles technologies au sein de nos blocs.

Toutefois, évaluer ne sera pas suffisant. Avec une réforme de l'internat qui tend à limiter le nombre d'années de formation des internes et chefs, l'appropriation de ces technologies, qui nécessitent aussi une courbe d'apprentissage, ne sera pas chose aisée. Bien sûr, certains services hospitalo-universitaires et terrains de stage libéraux permettront à quelques-uns d'appréhender plus facilement ces nouvelles technologies. Mais la capacité des jeunes de demain à savoir critiquer ces technologies ne sera pas innée et devra s'inscrire dans une thématique de formations spécifiques [8]. Pour maîtriser ces techniques, nous devons pouvoir en cerner les limites, les erreurs, les étapes industrielles, qui amènent leur lot d'imprécision, et finalement garder ce contrôle que nous devons à nos patients. Ainsi, cette collaboration avec les ingénieurs est aujourd'hui cruciale, de même que l'initiation à la modélisation 3D, la compréhension du recalage, la distinction entre justesse et précision. Il ne s'agit pas de lâcher, désarmés, nos jeunes dans une jungle numérique, mais bel et bien de les accompagner dans cette transformation digitale. L'apprentissage et la formation des jeunes aux nouvelles technologies de pointe sera un sujet dont le Collège des Jeunes Orthopédistes (CJO), CAOS France et le CNP-COT devront se saisir, rapidement. Enfin, adeptes ou non de nos lunettes de réalité mixte, n'oublions pas les fondamentaux qui font de la chirurgie orthopédique française, une chirurgie respectée internationalement : l'évolution des techniques pour le bien de nos patients.

Louis DAGNEAUX, Marc-Olivier GAUCI

Références

- [1] Verhey JT, Haglin JM, Verhey EM, Hartigan DE. Virtual, augmented, and mixed reality applications in orthopedic surgery. *Int J Med Robot* 2020;16. <https://doi.org/10.1002/rcs.2067>.
- [2] Jacquet C, Sharma A, Fabre M, Ehlinger M, Argenson J-N, Parratte S, et al. Patient-specific high-tibial osteotomy's "cutting-guides" decrease operating time and the number of fluoroscopic images taken after a Brief Learning Curve. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA* 2019. <https://doi.org/10.1007/s00167-019-05637-6>.
- [3] Jacquet C, Chan-Yu-Kin J, Sharma A, Argenson J-N, Parratte S, Ollivier M. "More accurate correction using "patient-specific" cutting guides in opening wedge distal femur varization osteotomies. *Int Orthop* 2018. <https://doi.org/10.1007/s00264-018-4207-1>.
- [4] Gouin F, Paul L, Odri GA, Cartiaux O. Computer-Assisted Planning and Patient-Specific Instruments for Bone Tumor Resection within the Pelvis: A Series of 11 Patients. *Sarcoma* 2014;2014:1-9. <https://doi.org/10.1155/2014/842709>.
- [5] Gauci MO, Boileau P, Baba M, Chaoui J, Walch G. Patient-specific glenoid guides provide accuracy and reproducibility in total shoulder arthroplasty. *Bone Jt J* 2016;98-B:1080-5. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.98B8.37257>.
- [6] Ollivier M, Parratte S, Lunebourg A, Viehweger E, Argenson J-N. The John Insall Award: No Functional Benefit After Unicompartamental Knee Arthroplasty Performed With Patient-specific Instrumentation: A Randomized Trial. *Clin Orthop Relat Res* 2016;474:60-8. <https://doi.org/10.1007/s11999-015-4259-0>.
- [7] Jacquot A, Gauci M-O, Chaoui J, Baba M, Deransart P, Boileau P, et al. Proper benefit of a three dimensional pre-operative planning software for glenoid component positioning in total shoulder arthroplasty. *Int Orthop* 2018. <https://doi.org/10.1007/s00264-018-4037-1>.
- [8] Gofton W, Dubrowski A, Tabloie F, Backstein D. The effect of computer navigation on trainee learning of surgical skills. *J Bone Joint Surg Am* 2007;89:2819-27. <https://doi.org/10.2106/JBJS.F.01502>.



Faire un Master 2 dans les solutions de Chirurgie Assistée par Ordinateur (CAOS), avantage déterminant dans la course actuelle aux révolutions numériques

Par **Pierre-Emmanuel CHAMMAS**^{1,2}, MSc, Interne des Hôpitaux, et **Nabil ZEMITI**¹, PhD, Maître de Conférences des Universités

1. LIRMM, Laboratoire d'Informatique, de Robotique et de Microélectronique de Montpellier, UMR 5506 - Université de Montpellier, CNRS, France

2. Service de Chirurgie de la main et du membre supérieur, chirurgies des nerfs périphériques - Hôpital Lapeyronie, CHU de Montpellier, France

L'apparente compétence numérique des nouvelles générations est « un leurre ».

« [L'idée] que les jeunes nés après 1984 ont développé une compétence numérique innée, parce qu'ils sont tombés dedans tout petit, est un leurre ». C'est par ces mots tirés d'un article de 2018 du journal Le Monde malicieusement intitulé *Les « digital natives » ou le complexe d'Obélix* [1] que l'on pourrait résumer l'étendue de la prise de conscience nécessaire à la formation des nouvelles générations aux solutions de chirurgie assistée par ordinateur. Ce terme de « digital native », inventé en 2001 par Mark Prensky [2] et souvent traduit par « enfant du numérique », désigne nos générations hyper connectées, un smartphone en permanence à la main, un savoir encyclopédique à portée de quelques clics mais malheureusement largement sous-exploité en raison des effets pervers de la nouvelle économie de l'attention. Pire, nous avons l'impression de comprendre et maîtriser ces technologies dont l'évocation est quotidienne dans les médias, et maintenant, jusque dans nos salles opératoires.

Intelligence artificielle (IA), robotique, chirurgien augmenté, cloud, big data, impression 3D sur mesure, navigation chirurgicale, réalité augmentée ou mixte, simulation haute-fidélité... Autant de termes scintillants, fantasmés et bien souvent entretenant la confusion dans une perception superficielle de la part des chirurgiens manquant d'éléments de compréhension.

Solutions de CAOS sans conscience pour futur orthopédiste compétent

Ainsi :

- Quelles erreurs majeures sont à éviter pour chaque technologie ?
- Pourquoi ne peut-on pas enlever les os-téophytes lors de l'utilisation d'un guide de coupe sur mesure par impression 3D ?

- En navigation ou en robotique chirurgicale, comment le système « sait » où est situé le patient ? D'où viennent certains résultats paraissant parfois absurdes aux chirurgiens ? Comment les éviter ? Qu'est-ce que la fondamentale et imparfaite étape du « recalage » ? Et la notion de qualité d'acquisition des données pré et intra-opératoires (où la palpation par stylet navigué est souvent vue comme une étape encombrante, presque superflue) ?
- Pour le Big Data, à quel volume de données peut-on en parler ? Est-ce parce que les data sont « Big » qu'elles sont forcément variées ? Quelles différences entre données structurées ou non ? À quelle vitesse arrivent-elles et sont-elles traitées ? Je vous invite à écouter sur ce sujet Marc-Olivier Gauci, président de CAOS France, accompagné de Matthieu Ollivier, dans le podcast de la SOFCOT « Demain l'Orthopédie » sur le sujet [3].

- Pour les notions d'IA et notamment de *Machine Learning*, pourquoi ne peut-on pas toujours extrapoler les résultats ? Pourquoi la sélection des données d'entrées servant à l'entraînement des processus sont-elles si cruciales et comment certains biais importants peuvent apparaître ?

Le Master 2 et les solutions de CAOS : Surgeon + Engineer = Surgineer

Nous vivons actuellement un incroyable dynamisme en chirurgie orthopédique et traumatologique grâce à la convergence des récentes avancées de l'ensemble des domaines du numérique, pouvant être comparée à l'essor de l'arthroscopie d'il y a à peine quelques dizaines d'années.

Il est indispensable que les nouvelles générations acquièrent des clefs simples de compréhension, les mots clefs des technologies, afin de dépasser les « fantasmés » liés aux solutions de CAOS pour devenir réellement

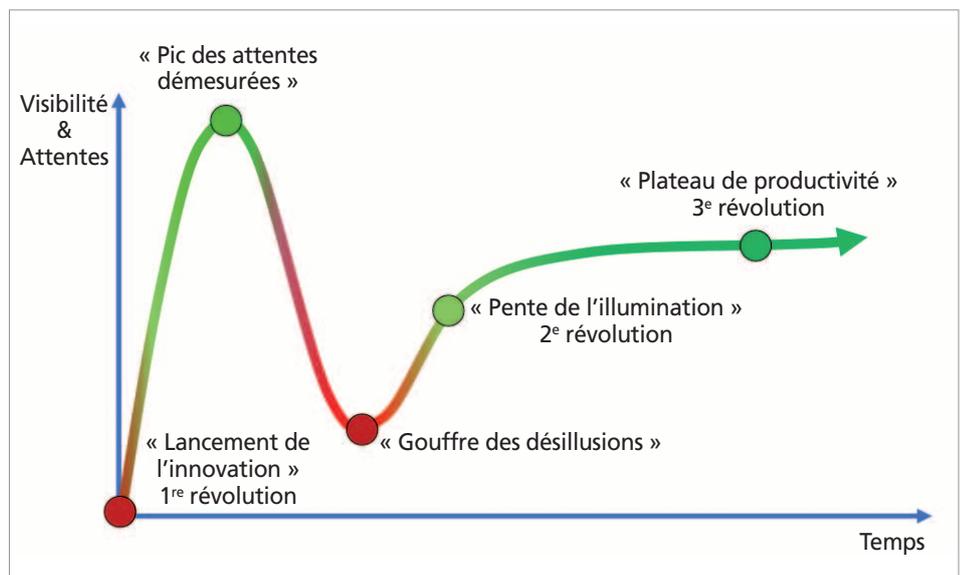


Figure 1. D'après le « Cycle du Hype » de Gartner® [4]. Les solutions de CAOS vivent actuellement leur seconde révolution atteignant leur maturité ou, pour certaines, leur troisième génération pour atteindre le plateau de productivité.

compétentes dans ces nouveaux domaines, pour en comprendre les avantages, leurs limites, et l'importance du respect rigoureux de certaines étapes.

Le Master 2, par l'acquisition du vocabulaire, de compétences de base et, idéalement, la mise en binôme d'un interne d'orthopédie et d'un étudiant en sciences autour d'un projet de recherche commun, permettra d'améliorer la compréhension mutuelle des problématiques, chirurgicales et technologiques, afin d'y trouver des réponses synergiques.

Feussner *et al.* [5], en 2019, a conceptualisé cela comme la création de « Surgineers », conservant chacun ses compétences propres, mais pouvant communiquer ensemble dans le même langage technique, seule solution

à l'émergence des innovations d'aujourd'hui et de demain.

**Pierre-Emmanuel CHAMMAS,
Nabil ZEMITI**

Références

- [1] Les « digital natives » ou le complexe d'Obélix. *Le Monde.fr*, November 9, 2018. https://www.lemonde.fr/m-perso/article/2018/11/09/les-digital-natives-ou-le-complexe-d-obelix_5381374_4497916.html.
- [2] Marc-Olivier Gauci - SOFCOT. *PODCAST : Demain l'Orthopédie. Ausha. Big data en orthopédie : ces informations qui se cachent dans nos blocs opératoires.* Accessed March 9, 2021. <https://podcast.ausha.co/demain-l-orthopedie-le-podcast-de-la-sofcot/big->

[data-en-orthopedie-ces-informations-qui-se-cachent-dans-nos-blocs-operatoires.](#)

- [3] Marc Prensky. *Digital Natives Digital Immigrants.* Yavuzdogan Cengiz - Academia.Edu. Accessed March 9, 2021. https://www.academia.edu/4824688/Marc_Prensky_Digital_Natives_Digital_Immigrants_2001_Marc_Prensky_Digital_Natives_Digital_Immigrants.
- [4] Gartner. *Hype Cycle Research Methodology.* Accessed March 9, 2021. <https://www.gartner.com/en/research/methodologies/gartner-hype-cycle>.
- [5] Feussner, H., D. Wilhelm, N. Navab, A. Knoll, and T. Lüth. *Surgineering: A New Type of Collaboration among Surgeons and Engineers.* *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery* 14, n°2 (February 2019):187-90. <https://doi.org/10.1007/s11548-018-1893-5>.



Adhésion à CAOS-France : rejoignez-nous !

Par **Yannick MORVAN**, Ingénieur, PhD, Stryker

L'adhésion à CAOS-France est ouverte aux chirurgiens, chercheurs et ingénieurs.

Comment ?

La cotisation annuelle d'un montant de 50 euros est valable du 1^{er} janvier au 31 décembre de l'année en cours. Elle est effective à la réception de votre paiement.

L'inscription et le paiement de la cotisation annuelle se fait en partenariat avec helloasso.com. À partir de la page d'adhésion CAOS-France :

<http://caos-france.org/adhesion/>

À votre demande d'adhésion, vous allez être redirigé vers la page d'adhésion CAOS-France hébergée par helloasso.com

<https://www.helloasso.com/associations/caos-france/adhesions/adhesion-caos-france>

Vous êtes étudiants ? Bienvenus !

Le montant de la cotisation annuelle étudiante est de 10 euros et s'effectue sur la même plateforme.

Nous vous demanderons une copie de votre carte d'étudiant.

Votre adhésion vous permettra :

- de participer gratuitement aux Journées CAOS-France ;
- de suivre l'actualité grâce à la lettre de diffusion CAOS France ;
- de nous proposer des communications ou des éditos sur le site caos-france.org ainsi que sur la liste de diffusion ;

- de publier sur notre groupe linkedin caos-france ;
- ... et bien entendu de venir travailler avec nous à la chirurgie orthopédique de demain !

Droit applicable

CAOS-France est une association 1901 inscrite à la Préfecture du Finistère sous le numéro RNA W291003319.



Par **Guillaume DARDENNE**, Directeur de recherche au LATIM (Inserm U1011, Brest), Membre de CAOS international, Trésorier de CAOS France, **Yannick MORVAN**, Ingénieur, PhD, Stryker, et **Nabil ZEMITI**, Maître de Conférence, LIRMM, UMR5506, Montpellier

CAOS-Recherche : les chercheurs en Chirurgie Orthopédique Assistée par Ordinateur

Bien que très orientées historiquement vers la navigation chirurgicale, les recherches menées aujourd'hui en chirurgie orthopédique assistée par ordinateur dépassent très largement ce domaine initial et couvrent dorénavant un grand nombre de spécialités scientifiques tels que la robotique, l'intelligence artificielle, les objets connectés, l'impression 3D ou bien encore la réalité mixte. Toutes ces spécialités, qui reposent sur les dernières avancées technologiques et algorithmiques, progressent en vue d'améliorer le bénéfice clinique. Structurées au sein même des laboratoires universitaires, et en collaboration étroite avec les CHU, cliniques, et parfois même industriels du domaine, ces équipes de recherche multidisciplinaires regroupent ainsi scientifiques, chirurgiens et ingénieurs pour répondre aux enjeux de cette spécialité. Le Laboratoire d'Excellence (LabEx) CAMI [1] est également un exemple de structuration sur le plan national.

Ce LabEx est composé de 6 équipes de recherche : les laboratoires TIMC-IMAG de l'Université de Grenoble (coordinateur), LATIM à Brest, LIRMM à Montpellier, LTSI à Rennes, ISIR à Paris et ICUBE à Strasbourg, tous spécialisés dans le domaine de l'assistance aux gestes médico-chirurgicaux et la robotique médicale. Il a pour ambition de favoriser l'émergence de projets scientifiques ambitieux et visibles sur le plan national et international dans le domaine des interventions médicales assistées par ordinateur. Parmi les cliniques visées par ces recherches, la chirurgie orthopédique a également sa place. Un autre exemple, le projet de Recherche Hospitalo-Universitaire FollowKnee [2] (24 M d'€ sur 5 ans), porté par le LATIM [3] et en collaboration avec plusieurs partenaires, a pour ambition de revisiter l'arthroplastie totale du genou. Enfin, on pourra également citer

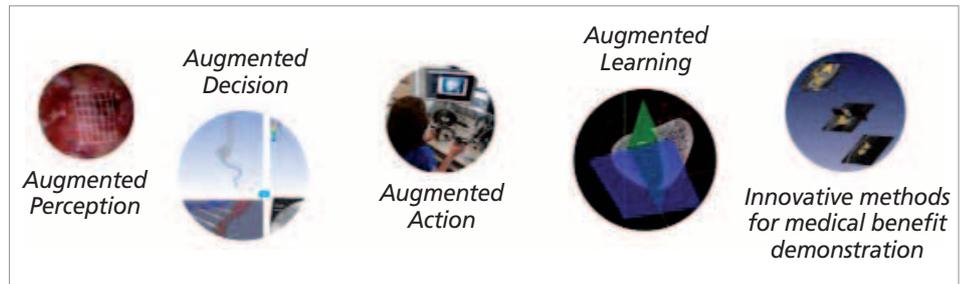


Figure 1. Axes de recherche du LABEX CAMI

les travaux menés au sein du LabEx NUMEV [4], porté par l'université de Montpellier et spécialisé dans le domaine du numérique pour l'environnement et la santé dans lequel la chirurgie orthopédique assistée par ordinateur est également un des domaines cliniques d'intérêt.

Outre ces projets de recherche, de nombreuses entreprises existantes ou produits dans le domaine CAOS sont d'ailleurs le fruit de travaux de recherche menés en amont au sein des laboratoires.

La société CAOS s'inscrit dans cette démarche et accompagne de nouvelles start-up dans

le domaine de la chirurgie orthopédique en mettant à disposition un réseau de chirurgiens et d'ingénieurs d'horizons divers et à la pointe de la recherche actuelle.

Guillaume DARDENNE, Yannick MORVAN, Nabil ZEMITI

Références

- [1] <https://cami-labex.fr/>
- [2] <https://www.followknee.com/>
- [3] <https://latim.univ-brest.fr/>
- [4] <https://numev.edu.umontpellier.fr/>

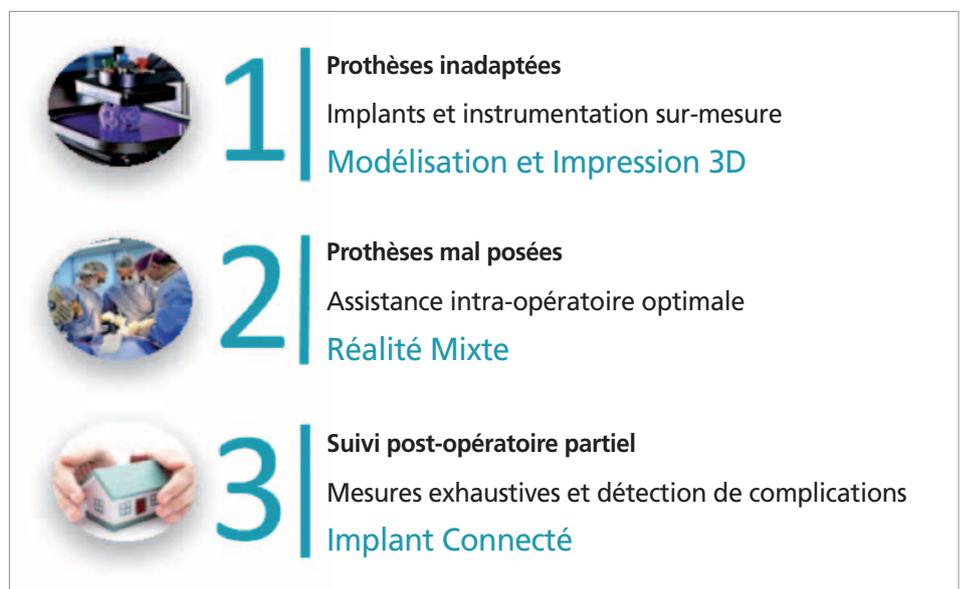


Figure 2. Enjeux et projet FollowKnee



CAOS-Recherche : apport des axes d'inertie 3D dans l'évaluation des valeurs

angulaires de la ceinture pelvienne et de l'articulation coxofémorale : apport dans la CAO

Par **François BONNEL**, Clinique Beau Soleil, Conservatoire d'Anatomie, Montpellier, **Pascal KOUYOUMDJIAN**, CHU de Nîmes et **Charles CADERAS de KERLEAU**, Ingénieur Informatique, Directeur Technique, Intrasense, Montpellier

Le bilan radiographique pour mise en place d'une prothèse totale est basé sur une coxométrie dont les valeurs angulaires sont projetées. L'évaluation de la réserve d'extension de la hanche et sa relation avec la colonne vertébrale n'échappe pas à cette critique. En effet, c'est toujours par radiographie de profil strict qui enfle les 2 têtes fémorales et qui montre une portion importante du fémur ainsi que la charnière lombo-sacrée que l'on évalue l'angle pelvifémoral de 10° en position debout, neutre et dans les 2 positions testées.

L'évolution technologique avec la chirurgie assistée par ordinateur soulève une question basique sur les méthodes fondamentales qui augurent de la meilleure position de la prothèse totale. Quels sont les critères choisis pour restaurer les composants articulaires dans la meilleure situation mécanique ? La ceinture pelvienne est une zone de transmission 3D de la colonne lombaire avec le membre pelvien qui nécessiteraient un examen tomodensitométrique plus étendu. Nous proposons une nouvelle approche des mesures étendues à la colonne vertébrale avec leurs axes d'inertie pour évaluer des angles réels en 3D.

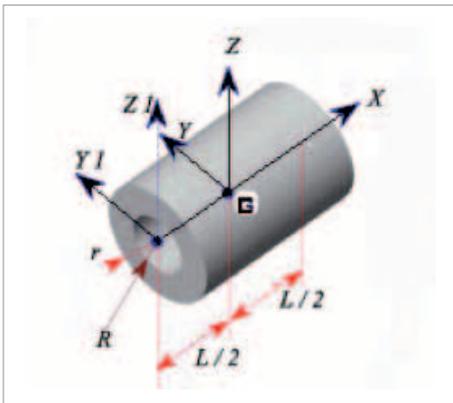
Objectifs des angles d'inertie

Classiquement, tout solide est défini géométriquement par trois axes principaux d'inertie. Le moment et l'axe d'inertie sont une grandeur géométrique témoin de la répartition de la matière dans une section par rapport à un axe caractérisant son aptitude à résister à un fléchissement (ou sa rigidité) vis-à-vis d'une contrainte. Son calcul effectué à partir d'analyse en composante principale d'approche statistique par matrice de variance covariance traduit la répartition des points par rapport à leur position géométrique. Ils se visualisent par des vecteurs définis par

leur amplitude ou intensité, et par leur direction dans le repère utilisé : l'intensité d'un axe d'inertie représente la façon dont la matière se distribue orthogonalement à cet axe. Une grande intensité indique que la masse de l'objet est dispersée le long de la direction d'axe, alors qu'une intensité faible indique que la masse de l'objet est concentrée en un seul point le long de l'axe. La longueur de chaque segment représente l'intensité de l'axe correspondant. Cette technique a été mise au point en 1986 avec des algorithmes de reconnaissance de contours montrant la reproductibilité de la technique pour la détermination du centroïde et des axes principaux. Les axes principaux d'inertie forment un trièdre qui permet d'orienter un os dans l'espace tridimensionnel. Leur intensité renseigne sur la répartition de la matière orthogonalement à chaque axe et indirectement sur la forme globale de l'os. Leur orientation est très stable car non influencée par les variations de segmentation de quelques pixels sur chaque coupe. L'originalité de notre technique réside dans la technique de segmentation qui dépend de la densité des pixels et non de la reconnaissance des contours osseux. On peut caractériser un os simplement par ses paramètres inertiels ce qui est rendu possible par le fait que chaque os a une forme suffisamment distincte des autres os pour permettre de le distinguer individuellement (indépendamment des critères de taille ou de volume qui sont moins spécifiques). Il est nécessaire que les os aient des dimensions suffisamment différentes selon chaque axe afin d'éviter de confondre les axes d'inertie. Mathématiquement, le moment d'inertie se calcule en faisant l'intégrale du produit de chaque élément de masse de ce corps par le carré de la distance à un axe fixe (axe d'inertie). Pour un volume, cet axe détermine la projection orthogonale maximale

qui objective l'axe naturel de rotation de l'objet avec trois axes d'inertie par solide. Du fait de son caractère symétrique il est toujours possible de choisir un système d'axe tel que la matrice représentant I soit diagonale : de tels axes sont dits axes principaux d'inertie. Selon la forme de la structure, les moments d'inertie correspondants sont les trois axes orthogonaux pour lesquels la dispersion des projections orthogonales des points de nuage est maximale et appelés axes principaux I_1 , secondaires I_2 , tertiaires I_3 d'inertie. Leurs valeurs dépendent de la forme géométrique du solide et de la distribution de la masse, donc de l'expression que prend sa masse volumique $\rho(\vec{r})$ en chaque point du solide. On appelle axes principaux d'inertie, un ensemble de trois axes orthogonaux pour lesquels les produits d'inertie sont nuls. Le premier axe, appelé axe principal d'inertie, correspond à l'axe naturel de rotation du solide (ou à la droite de régression du nuage de points formé par le solide). Le deuxième axe, appelé axe secondaire d'inertie, est l'axe d'inertie de la surface pondérée obtenue par projection orthogonale des points du solide sur le plan perpendiculaire à l'axe principal d'inertie. Le troisième axe, appelé axe tertiaire d'inertie, est l'axe perpendiculaire aux précédents. Pour un solide homogène ρ est constante, et les moments principaux d'inertie ne dépendent que de sa forme géométrique. Si un solide quelconque possède trois moments principaux d'inertie différents, il est appelé toupie asymétrique (parallélépipède homogène). Si deux moments principaux d'inertie sont égaux, par exemple $I_1 = I_2 \neq I_3$, le corps est qualifié de toupie symétrique (cône ou un cylindre homogène) et si tous les moments principaux sont égaux, de toupie sphérique (sphère). La présence d'éléments de symétrie matérielle simplifie la recherche

des axes principaux d'inertie. En présence de tels éléments, certains produits d'inertie, par nature impairs par réflexions, s'annulent, ce qui permet de diagonaliser facilement la matrice représentant I . Un élément de symétrie (point, axe, plan) matérielle est non seulement un élément par rapport auquel le solide est géométriquement symétrique, mais aussi pour lequel sa masse volumique présente la même symétrie. Un cylindre homogène comporte un axe de symétrie matérielle par lequel passe une infinité de plans de symétrie matérielle, ainsi qu'un autre plan de symétrie matérielle qui est perpendiculaire à son axe passant par le milieu du cylindre. L'intérêt de comparer deux axes d'inertie sans les rapporter à un repère permet de s'affranchir de la projection sur un plan donné comme sur des radiographies conventionnelles.



Pour le cylindre, son axe principal d'inertie correspond à son axe de rotation. Le col et la diaphyse d'un fémur sont assimilés à un cylindre dont les formules de calcul sont : $I_x = M (matrice du moment d'inertie) (R^2 + r^2) / 2$, $I_y = I_z = m (R^2 + r^2) / 4 + mL^2 / 12$, $I_{y'} = I_{z'} = m (R^2 + r^2) / 4 + mL^2 / 3$. Pour la tête fémorale sa forme a été assimilée à une sphère, du fait de sa parfaite symétrie, n'importe quel axe passant par son centre peut être considéré comme étant l'axe principal d'inertie. Dans ce cas particulier, il existe un nombre infini d'axes principaux d'inertie. La vertèbre est assimilée à un parallélépipède rectangle. L'os coxal a une morphologie non systématisable. Du fait de son caractère symétrique, il est toujours possible de choisir un système d'axe tel que la matrice représentant I soit diagonale : de tels axes sont dits axes principaux d'inertie. Les moments d'inertie correspondants sont appelés moments principaux d'inertie, et sont notés I_1 , I_2 , I_3 . Leurs valeurs dépendent de la forme

géométrique du solide et de la distribution de la masse en son sein, donc de l'expression que prend sa masse volumique $\rho(\vec{r})$ en chaque point du solide. Pour un solide homogène ρ est constante, et les moments principaux d'inertie ne dépendent alors que de la forme géométrique du solide.

Ces écarts sont liés à la répartition de la matière au sein de la distribution de masse, et doivent être (au moins pour les premières corrections) en relation avec le tenseur d'inertie de la distribution (assimilée à un solide parfait dans la suite) : de fait, il est possible de montrer facilement que la première correction non-nulle au potentiel sphérique fait intervenir une grandeur tensorielle, le tenseur de moment quadrupolaire de la distribution de masse, dont les composantes s'expriment de façon simple en fonction de celles du tenseur d'inertie.

Principes de la mesure pour les axes d'inertie

La prise d'informations est réalisée par un scanographe de quatrième génération avec une couronne complète de détecteurs fixes et une acquisition de type spiralee : KY/MA = 120 à 140 kilovolts et 150 milliampères avec un temps d'acquisition : 120" et 120 coupes en deux hélices de 60 coupes jointives. Les informations numériques, codées au format constructeur, sont récupérées sur une console du tomodensitomètre qui les convertit dans le format d'échange de données DICOM®. Ces images sont des coupes d'épaisseur millimétriques isotropes (dans le but de diminuer les effets de volumes partiels). Les informations numériques au format DICOM® sont copiées sur un CD-Rom ou stockées sur des serveurs accessibles à distance et transférées sur la station de travail. Les images numériques au format DICOM® sont converties et codées au format d'utilisation du logiciel. Les outils sont capables de lire directement le format normalisé DICOM® et d'exporter les résultats et les comptes-rendus sous forme de fichiers Word ou d'images JPG. L'échelle des outils informatiques que nous utilisons sont en tous points identique aux données brutes transmises par les récepteurs tomodensitométriques et comporte 4 095 niveaux. Un système de collimation permet de définir l'épaisseur des coupes et réduit au maximum le rayonnement diffusé. L'image est caractérisée par sa résolution de densité, sa résolution spatiale et l'épaisseur de la coupe qu'elle représente.

Evaluation des structures osseuses

L'élément fondamental pour mesurer les angles inertiels en 3D nécessite un examen tomodensitométrique de la ceinture pelvienne avec les dernières vertèbres lombaires et l'extrémité proximale des fémurs. L'examen brut du scanner (TDM) est transféré par l'intermédiaire d'un CD-Rom sur la station graphique dédiée pour son analyse Myrian® (Intrasense SAS).

Des postes de travail équipés d'outils de post-traitement sont utilisés pour traiter les images DICOM® produites pendant l'acquisition. Ils incluent en pratique des outils de segmentation basés sur la croissance de région, l'édition semi-automatique, aussi bien que des outils de visualisation comme le « volume rendering » et le reformatage multiplanaire.

Méthodologie avec seuillage par densité : segmentation semi-automatique

Il s'agit de segmentation manuelle avec seuillage par densité consistant à définir un intervalle de densité et sélectionner dans l'image tous les pixels dont la densité est comprise dans cet intervalle. Cette phase fondamentale conditionne la qualité de la reconstruction globale proportionnelle au nombre de coupes indispensables pour une reconstruction fiable de l'ordre de 500. Le logiciel d'analyse utilise un seuillage par densité pour attribuer à chaque pixel de l'examen un caractère osseux ou non. Le choix de l'intervalle de densité dépend de la région anatomique que l'opérateur souhaite extraire. Pour chaque segment osseux, la segmentation manuelle comporte 50 à 70 coupes. A notre connaissance, il n'existe pas de segmentation automatique des os. Le temps nécessaire à la segmentation manuelle d'une coupe est en moyenne de 2 secondes et le temps global de 15 minutes par localisation anatomique. Au terme, l'image comporte le segment osseux visualisé par une couleur et éventuellement aux muscles.

Résultats

La visualisation 3D volumique analyse toutes les structures anatomiques contrairement à la visualisation surfacique et sélectionne le degré de transparence de chaque région d'intérêt afin de mettre en évidence les structures qui l'intéressent par rapport à leur contexte. Ce mode d'analyse permet de voir les objets imbriqués ou congruents nombreux et complexes. Des filtres particuliers

représentent les structures avec différentes textures ou ombrages pour mieux les visualiser en 3 dimensions. Toutes ces reconstructions sont manipulables (rotation, translation, zoom) interactivement et instantanément en 3D via la souris afin de pouvoir analyser précisément l'information de l'image. La différence de densité entre les os et les tissus mous explique l'efficacité du seuillage par densité. Nous avons défini une série de paramètres quantitatifs permettant d'étudier la géométrie et le positionnement des os. La technique de coloration de régions d'intérêt (ROI, *region of interest*) visualise chaque segment choisi. A la fin de cette phase strictement manuelle, le logiciel établit automatiquement une reconstruction volumétrique spécifique et affiche les valeurs biométriques et par l'intermédiaire des moments d'inertie

des valeurs angulaires non projetées contrairement aux mesures classiques qui sont toutes en projection dans le plan défini.

Les algorithmes du logiciel utilisés calculent automatiquement les angles réels d'inertie en 3D non projetés entre les structures déterminées. Lors de la procédure de segmentation on peut scinder l'os coxal en deux portions, l'une supérieure iliaque et l'autre inférieure ischio-pubienne avec l'acétabulum évaluant un angle de torsion intrinsèque variable selon les sujets. Selon le même protocole, il est possible de définir l'angle de torsion entre le col fémoral et l'extrémité proximale du fémur. Les valeurs angulaires 3D observées sont le seul facteur essentiel dans la restauration de ces valeurs lors de l'implantation d'une prothèse ou à fortiori

comme élément de contrôle. Il n'existe aucune limitation de comparaison des angles entre toutes les portions de la ceinture pelvienne et celles de la colonne vertébrale ou de la portion distale du fémur à conditions qu'elles aient été enregistrées lors de la tomodensitométrie.

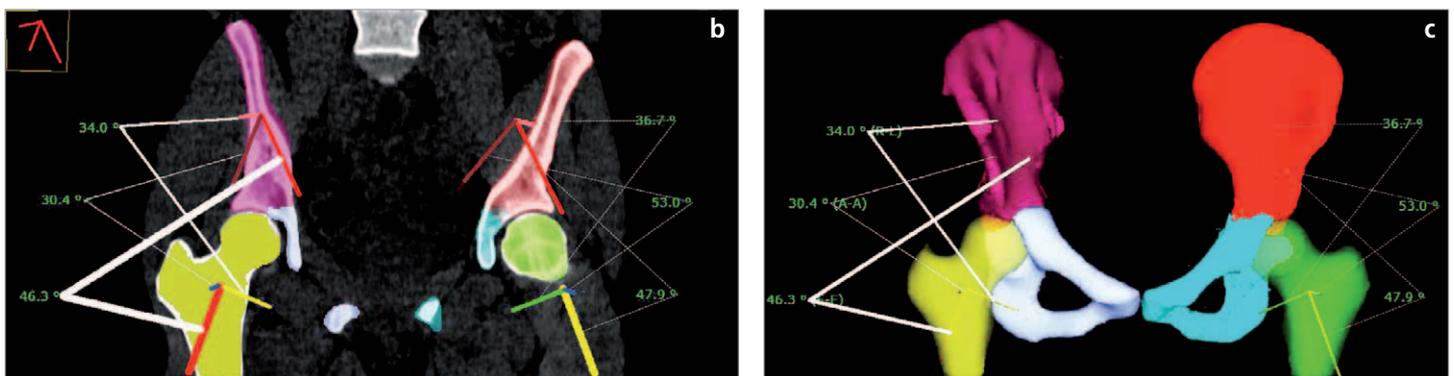
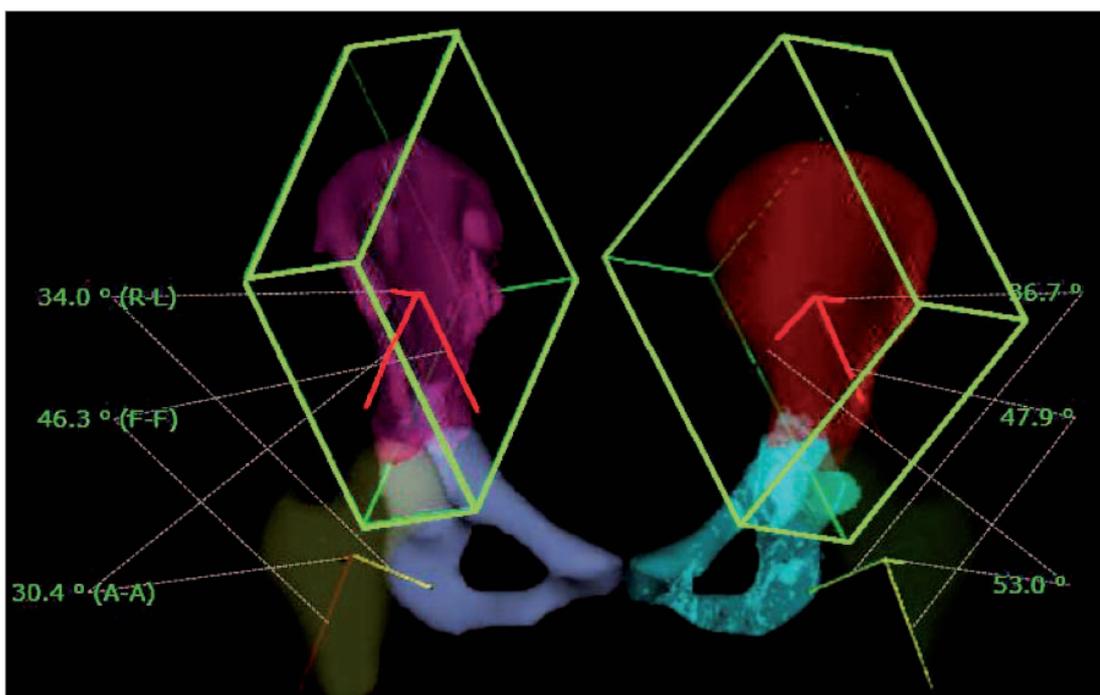


Figure 1. Modalité de présentation des axes d'inertie et les valeurs angulaires 3D automatiques après segmentation semi-automatique à partir d'une tomodensitométrie. (a) Tomodensitométrie. (b) Après segmentation obtention automatique des axes d'inertie 3D et valeurs des angles non projetés. (c) Présentation en volume rendering.



Par le biais d'un algorithme complémentaire par un simple clic il fait apparaître une « bounding box » résultante des valeurs des axes d'inertie 3D avec une représentation visuelle expressive d'un très grand intérêt dans la compréhension de la fonction mécanique des os qui vont servir de modèle mathématique pour la programmation du robot.

Figure 2. Visualisation de « Bounding Box » (forme parallélépipédique) basée sur les résultats de la segmentation.

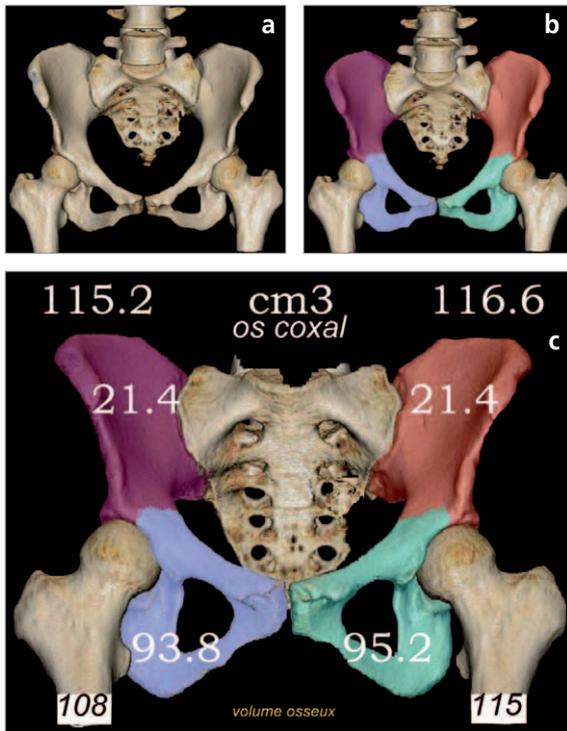


Figure 3. Résultat sur un sujet normal (a) de la segmentation de la ceinture pelvienne (b). (c) Données biométriques avec volumes osseux qui montrent des valeurs presque comparables, témoin d'une homologie apparente. (d) La représentation par Bounding Box objective cette apparente homologie qui, à l'analyse précise, montre une différence entre les deux complexes anatomiques (os iliaque-fémur) D-G. (e) L'évaluation angulaire par les axes d'inertie réels 3D entre le complexe os iliaque-fémur D-G est sensiblement différente pour deux valeurs à l'exception d'une troisième (30°-53°) plus importante. (f) Les volumes, bien que comparables, ne peuvent être considérés comme identiques d'où les variations angulaires. Ces notions fondamentales jamais rapportées sont objectivées sur le principe des axes d'inertie 3D.

Figure 4. Evaluation angulaire 3D d'un os coxal avec sa portion supérieure iliaque et inférieure ischio-pubienne qui objective de façon nette les précisions spécifiques pour une structure donnée avec la mesure de la torsion intrinsèque 3D. Sur le plan anatomique ces données n'ont jamais été rapportées.

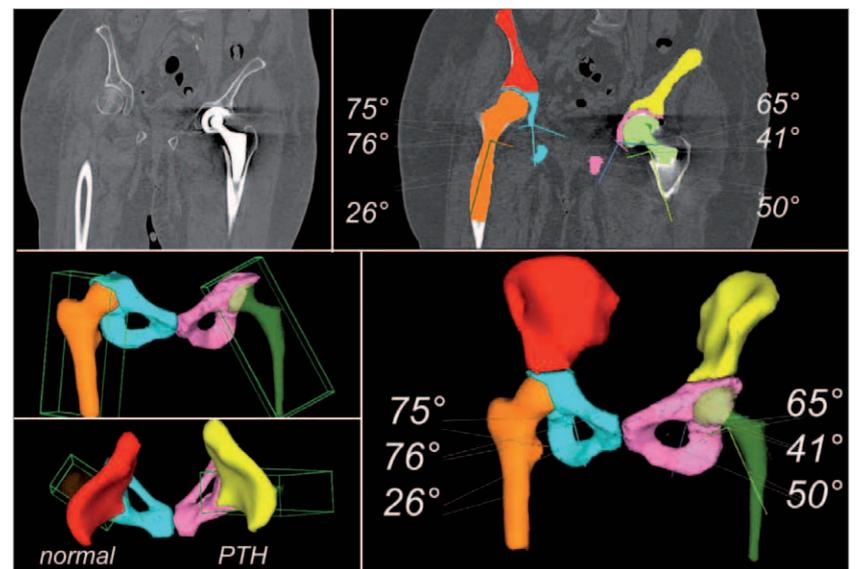
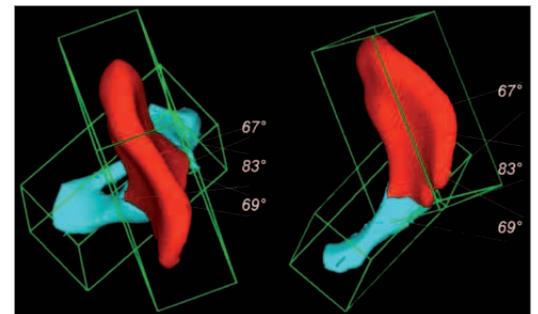
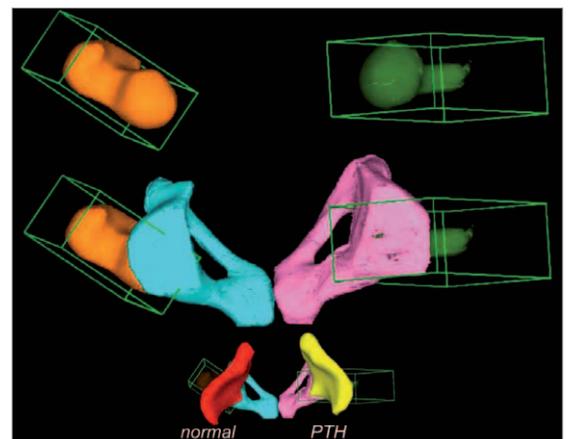


Figure 5. Etude comparative avec prothèse totale de hanche qui montre une grande différence des valeurs angulaires 3D par référence au côté normal.

Figure 6. Sur le même cas avec représentation des Bounding Boxes, l'orientation angulaire de la prothèse totale est très différente par référence au côté normal. On peut en déduire que le projet de restauration morphologique par prothèse totale n'a pas abouti à une adéquation mécanique fonctionnelle idéale qui était le projet initial.



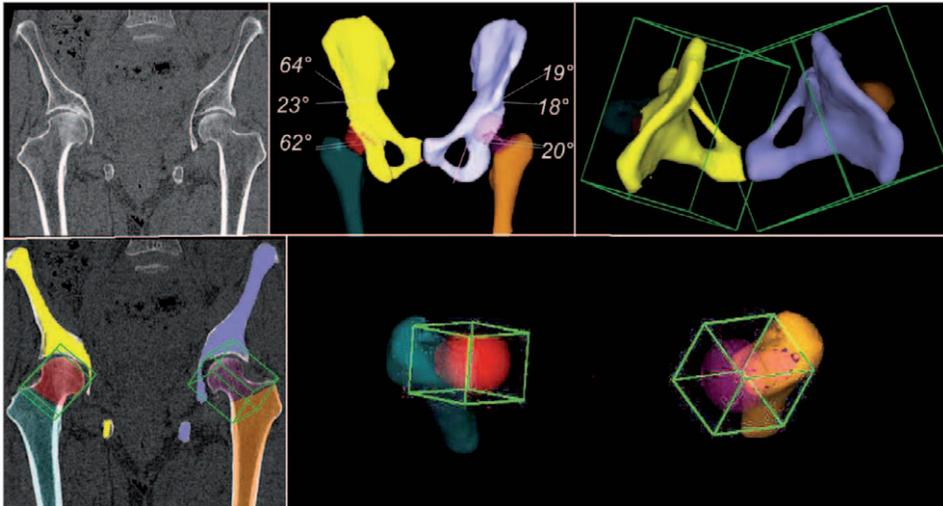


Figure 7. Bilan préopératoire d'une coxarthrose qui montre une différence angulaire 3D importante entre le côté normal et la hanche pathologique. L'asymétrie de l'os coxal soulève la question des conditions mécaniques après mise en place de la prothèse totale.

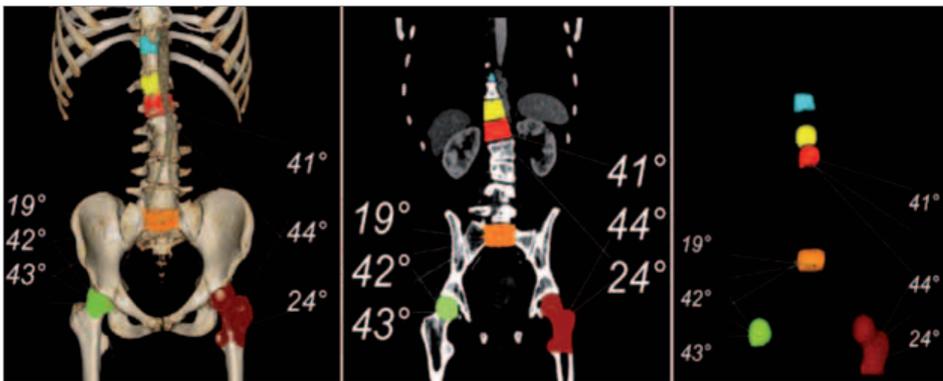


Figure 8. Extension des mesures angulaires 3D entre l'articulation coxo-fémorale et la colonne vertébrale.

Discussion

Les variations osseuses morphologiques individuelles et la ténacité rendent un remplacement articulaire prothétique plein d'incertitude. Dans l'état actuel, quelles sont les données les plus fiables et proches de la normalité avec un facteur corrélé à la densité ?

Pour la hanche, la chirurgie assistée par ordinateur est à notre connaissance morphologique basée sur le principe du « *bone morphing* » en référence à des datas sur un grand nombre de fémurs considérés comme normaux. Toutes ces datas sur os sec n'incluent pas les axes d'inertie de la colonne vertébrale et des muscles. Pour un sujet donné, se pose la question de définir la normalité morphologique et fon-

ctionnelle. En parallèle, la morphologie de l'acetabulum a été limitée et jamais étendue à l'ensemble de l'os coxal. On peut considérer que la prise de ce modèle comme référence est très loin du modèle à remplacer. La méthode du « *bone morphing* » appliquée comme référence de normalité par la CAO constitue un biais de mesure scientifique.

Notre proposition avec reconstruction 3D et mesure des axes d'inertie avec comme modèle le côté normal. Cette orientation a l'intérêt de se rapprocher de l'original avec des mesures angulaires réelles 3D étendues à la colonne lombaire. Dans certains cas, la visualisation par *bounding box* arrive à déterminer comparativement au côté sain le risque de conflit antérieur. La

segmentation manuelle que nous proposons est validée sur une série de 200 cas (avec 50 cas d'analyses centrées sur l'articulation coxo-fémorale normale ou pathologique) dont la problématique est son investissement sur la durée de la segmentation. La référence sur le même sujet prend toute son importance lorsqu'on remarque qu'il n'y a pas obligatoirement homologie morphologique entre l'os coxal droit et gauche. Cette constatation accentue le peu de valeur d'usage des datas avec *bone morphing* tel qu'il est utilisé par certains comme référentiel de normalité.

Conclusions

Le principe des axes d'inertie est une méthodologie largement vulgarisée dans d'autres disciplines. Son utilisation dans l'évaluation angulaire dans tous les sites articulaires est à développer pour une connaissance réelle en 3D. L'autre apport de cette nouvelle méthodologie est prospectif avec la possibilité de définir les anomalies morphologiques à l'origine d'un vice architectural constitutionnel ou acquis. L'évaluation des structures adjacentes apparaît souhaitable dans le concept de globalité fonctionnelle avec l'intégration des structures musculaires et aponévrotiques. Un effort conceptuel pour transcrire des données anciennes à celles obtenues à partir des angles d'inertie 3D nécessitera une adaptation et surtout une nouvelle réflexion sur le véritable fonctionnement articulaire avec des protocoles thérapeutiques innovants. L'utilisation de ces datas avec la modélisation par *bounding box* a pour objectif la programmation d'un outil robotisé. La dernière étape indispensable sera le contrôle des résultats obtenus avec le robot afin de valider le bien-fondé de son utilisation.

François BONNEL,
Pascal KOUYOUUMDJIAN,
Charles CADERAS de KERLEAU



Les premières Journées CAOS France

25 et 26 Juin 2021

Par **Adrien JACQUOT** (Nancy), Directeur du Congrès CAOS

Les 25 et 26 juin 2021 se tiendront les premières Journées CAOS 2021, congrès dédié à l'un des grands axes de recherche et d'innovation des 15 dernières années en chirurgie orthopédique : la chirurgie assistée par ordinateur. La société CAOS France, société associée de la SOFCOT, présidée par Marc-Olivier GAUCI, est fière de vous proposer cet événement que nous avons souhaité innovant, pratique, didactique et transversal.

Innovant, par le choix de la plateforme. Le contexte épidémique aidant, il s'agira d'un congrès virtuel, comme nous en avons désormais pris l'habitude. Pour cela, nous avons fait le pari de choisir la plateforme VIRBELA, qui propose un service de Campus Virtuel. Le congrès se déroulera dans un environnement en 3D, chaque participant se déplaçant à l'aide d'un avatar dans un véritable Centre des Congrès, comprenant un amphithéâtre, des salles de conférence, un hall des expositions pour l'industrie, et des espaces de convivialité. Les nombreux atouts de ce format nous ont semblé évidents et ont motivé notre choix. En effet, notre objectif est de nous rapprocher au plus près de l'expérience d'un congrès présentiel (qui nous manque terriblement !), de permettre aux orateurs de parler à un auditoire visible, et à cet auditoire d'interagir, de débattre, de poser des questions. Ce format nous permet également de donner une place « visible » à l'industrie, qui est un moteur essentiel de toutes ces innovations, mais également de faciliter les échanges entre chirurgiens, ingénieurs, et industriels. Nous espérons que vous apprécierez l'expérience, et nous ferons le maximum pour rendre votre participation fluide et agréable !



Pratique, didactique et transversal, car nous avons fait le choix, pour cette première édition, de ne pas approfondir un sujet unique, une articulation, ou d'entrer dans les spécificités parfois très techniques d'une technologie en particulier. Nous avons souhaité proposer un congrès ouvert à tous les chirurgiens, quelle que soit leur orientation articulaire, et quelle que soit leur expérience de l'utilisation de ces technologies, ainsi qu'aux ingénieurs de tous horizons. La chirurgie orthopédique assistée par ordinateur désigne l'ensemble des technologies destinées à optimiser nos interventions chirurgicales, ou plus généralement la prise en charge de nos patients : planification 3D, navigation, robotique, instrumentations ou implants patient-spécifiques, réalité augmentée, intelligence artificielle... les modalités abondent, souvent soutenues par une stratégie marketing solide mais parfois trop mise au premier plan. Dans ce pêle-mêle de technologies, il est facile de se perdre. Nous présenterons donc un panorama des technologies existantes, pour chaque articulation, afin d'offrir à tous une vision globale et actuelle, dans l'esprit du « Projet CAOS » (projet fil rouge de notre Société, visant à

recenser, évaluer, et valoriser l'ensemble des technologies existantes sur le marché). Le plus important est de garder en vue que l'objectif de ces technologies est d'aider le chirurgien, au bénéfice du patient.

Dans cet esprit, le thème du congrès sera : « **Technologies CAOS : quelles implications pour le chirurgien ? Quels bénéfices pour le patient ?** ». Nous aborderons les contraintes, le changement parfois nécessaire de référentiel et d'habitudes, le coût de l'équipement, l'anticipation, la courbe d'apprentissage, les difficultés, l'allongement du temps opératoire... toutes ces questions que se pose un chirurgien avant de franchir le pas, et qu'implique nécessairement l'utilisation de ces techniques. Pour alimenter le débat, nous entendons des utilisateurs convaincus et expérimentés, mais aussi ceux qui ont été déçus ou ont décidé d'abandonner... au moins transitoirement ! Nous nous intéresserons évidemment aux bénéfices pour nos patients, ceux qui sont d'ores et déjà démontrés par la littérature, et ceux qui sont attendus, car c'est finalement cela la finalité : améliorer la prise en charge et la sécurité du patient. A côté de ce thème principal, nous parlerons également des travaux de recherche en cours, des innovations d'aujourd'hui et de demain, et du rôle des technologies CAOS dans l'enseignement. Nous remettrons d'ailleurs un prix du meilleur travail de recherche (n'hésitez pas à candidater à la session « Best of CAOS » !), et nous vous réservons bien sûr quelques surprises... !

Il s'agit d'un programme riche et enthousiasmant, porté par un panel d'orateurs experts dans leur domaine, que nous remercions d'ores et déjà d'avoir accepté de participer à ce projet à nos côtés.

Les inscriptions sont ouvertes, et tout se passe sur notre site : www.caos-france.org

Nous espérons vous « revoir » nombreux en juin ! A bientôt !

Adrien JACQUOT



Pourquoi un projet CAOS ?

Par **Marc-Olivier GAUCI** (Nice),
Président de CAOS France

Les dispositifs CAOS ont pour objectif d'aider à améliorer la compréhension du processus menant du **diagnostic**, au **geste** chirurgical et aux **résultats** du patient. Elle intervient à plusieurs niveaux.

Planification du geste chirurgical

- Simulation 3D
- Anticipation des **difficultés** opératoires et des **risques** peropératoires
- Détermination de la stratégie, de la tactique, de la technique chirurgicale

Optimisation du geste peropératoire

- Amélioration de la **précision** (coupes, fraisage, pose d'implants prothétiques, etc.)
- Outils de précision : robot, guides patients spécifiques, navigation
- Diminution du **temps** opératoire et du risque d'**infection**

Amélioration des résultats et du service médical rendu

- **Mobilités** articulaires
- Diminution du risque d'**échec** des implants (descellement, malposition)
- Diminution du nombre de **complications** et de **reprises** chirurgicales
- Modification des **flux** d'ancillaires et d'implants
- Diminution du **coût de santé** à terme



Cependant, force est de constater dans cette multiplication des dispositifs médicaux utilisant des technologies augmentées type CAOS :

- l'absence de registre national français ;
- l'absence de transparence sur la validation scientifique clinique et technique de ces dispositifs ;
- la discordance possible entre la « publicité » et les actions marketing et la réalité technologique et clinique du dispositif ;
- l'absence de valorisation des dispositifs quand ils sont réellement efficaces et apportant une réelle amélioration du service médical rendu.

C'est de ce constat qu'est né le Projet CAOS en 2020, projet en 3 actes ayant pour objectif :

1. d'effectuer un registre des dispositifs existants et des publications scientifiques existantes sur chaque dispositif ;
2. de labelliser les dispositifs en prenant en compte plusieurs critères objectifs établis ;
3. de valoriser ces technologies auprès des institutions.

Plusieurs équipes ont été mises en place par articulation avec un chef d'équipe :

- Chirurgie de la hanche (chef d'équipe : Rémy Coulomb)
- Chirurgie du genou (chef d'équipe : Arnaud Clavé)
- Chirurgie de l'épaule (chef d'équipe : Adrien Jacquot)
- Chirurgie du pied et de la cheville (chef d'équipe : Louis Dagneaux)

La phase 1 a été l'occasion de constater les fortes disparités qui existent entre les différents industriels sur leurs projets tant sur le plan des publications que sur leur enthousiasme à participer à ce projet !

D'autres équipes sont en train de se mettre en place et la phase 2 a été récemment lancée.

Vous découvrirez dans les pages suivantes le travail titanesque déjà accompli par ces équipes.

Et contactez-nous si vous souhaitez participer à cette formidable aventure !

Marc-Olivier GAUCI



Projet CAOS : équipe épaule

Par **Adrien JACQUOT**, Chef d'équipe (Centre ARTIC•S, Nancy)

Membres : **Julien BERHOUET** (CHU de Tours), **Marc-Olivier GAUCI** (IULS, CHU de Nice, UR2CA),
Hoël LETISSIER (CHU de Brest)

Nous avons analysé la littérature des 20 dernières années et recensé toutes les publications en rapport avec l'utilisation de technologies d'assistance chirurgicale appliquées à la chirurgie de l'épaule. Dans ce domaine particulier, l'utilisation de ces technologies se limite à la chirurgie prothétique et se concentre principalement sur 2 modalités : la navigation et la

planification 3D pré-opératoire couplée à l'utilisation de guides patient-spécifiques. Très récemment, l'utilisation de casques de réalité augmentée a été proposée pour la visualisation et le guidage per-opératoire. Il s'agit d'une technologie prometteuse mais la littérature est encore pratiquement vierge à ce sujet. Seules 2 publications ont été recensées, s'attachant uniquement à la des-

cription du concept et à sa faisabilité. L'objectif de ce travail, à l'instar du projet CAOS dans son ensemble, est de recenser les technologies existantes mais surtout d'en analyser autant que possible les intérêts, la précision, les bénéfices pour le patient, l'ergonomie, le coût d'utilisation, etc. Cette analyse est rendue difficile par l'hétérogénéité des informations fournies sur les systèmes dans les publications scientifiques, quand celles-ci existent.

La planification 3D couplée à l'usage de guides patient-spécifiques (facultatifs) repose sur l'utilisation d'un logiciel de planification (Figure 1) qui permet l'évaluation de l'articulation scapulo-humérale (manuelle ou automatisée), puis l'implantation virtuelle de la prothèse pour déterminer la configuration et le positionnement optimal. Le guide

patient-spécifique est ensuite produit par impression 3D et fourni au chirurgien pour permettre de reproduire précisément le plan au cours de l'intervention (Figure 2). Cette technologie nécessite donc une préparation en amont de l'intervention, et implique un surcoût lié à la production du guide. Nous avons recensé 34 publications évaluant ces systèmes (Figure 3). Dix-sept sont des études cliniques, souvent de faible niveau de preuve (1 étude de niveau I, 1 étude de niveau II, 5 études de niveau III et 10 études de niveau IV), et 17 sont des études *in vitro* sur cadavre, os sec ou modèle 3D. Parmi ces 34 publications, 10 sont des études de validation du système logiciel (validation d'algorithme, précision des mesures, reproductibilité, choix des implants, etc.) alors que 24 évaluent la précision de positionnement de l'implant glénoïdien avec planification 3D et guide, dont 9 de façon comparative avec une instrumentation standard, ou une instrumentation standard et une planification 3D. Avec planification et guide, la précision rapportée est de l'ordre de 1 à 3 mm pour le positionnement du point central de l'implant et de 1 à 5° pour la version et l'inclinaison selon les études. Les études comparatives parviennent le plus souvent à mettre en évidence un bénéfice en termes de précision par rapport à une instrumentation standard. Le recours à une planification 3D, sans guide spécifique, permet à elle seule d'améliorer le positionnement des implants en comparaison à une référence d'imagerie 2D standard. Deux méta-analyses arrivent aux mêmes conclusions mais celle de Carbarcas *et al.* (2019) conclut à l'absence de bénéfice réel des guides patients-spécifiques. Au-delà de ce gain de quelques degrés ou millimètres en moyenne, le bénéfice est surtout dans la limitation des positions aberrantes (*outliers*), notamment dans les cas les plus complexes (rétroversion glénoïdienne) ou pour les chirurgiens les moins expérimentés. En revanche, si c'est bien l'objectif affiché de ces aides technologiques, à ce jour, aucune étude n'a pu démontrer un bénéfice clinique à court ou moyen terme ou une amélioration de la survie des implants.

La navigation per-opératoire consiste à réaliser les étapes d'implantation de la prothèse avec un contrôle permanent du positionnement, grâce à des capteurs optiques sur le patient et les instruments, et une analyse logicielle en temps réel. L'intérêt de cette modalité technique est qu'elle permet un contrôle permanent du positionnement et des ajustements à chaque étape de l'intervention. Selon les systèmes, cette navigation peut

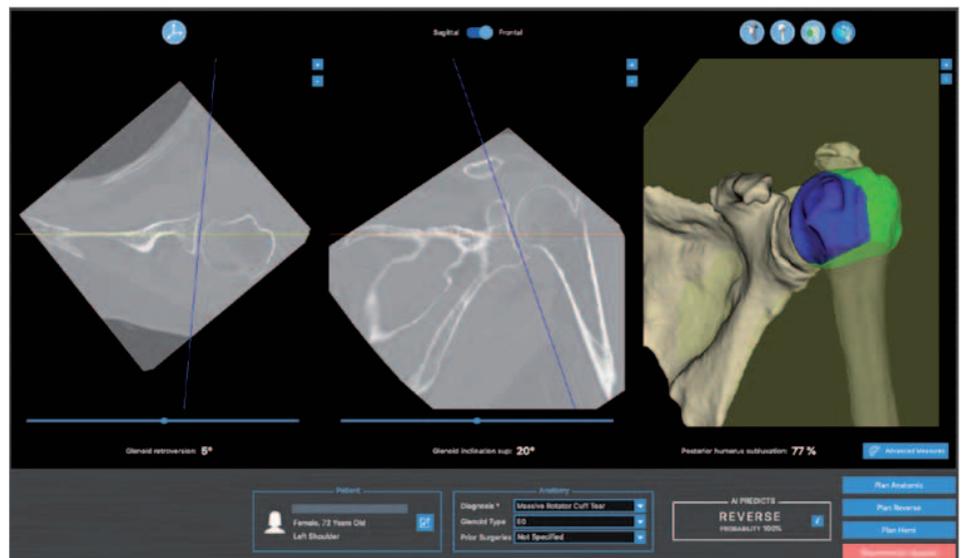


Figure 1. Logiciel de planification. Évaluation de l'articulation gléno-humérale.

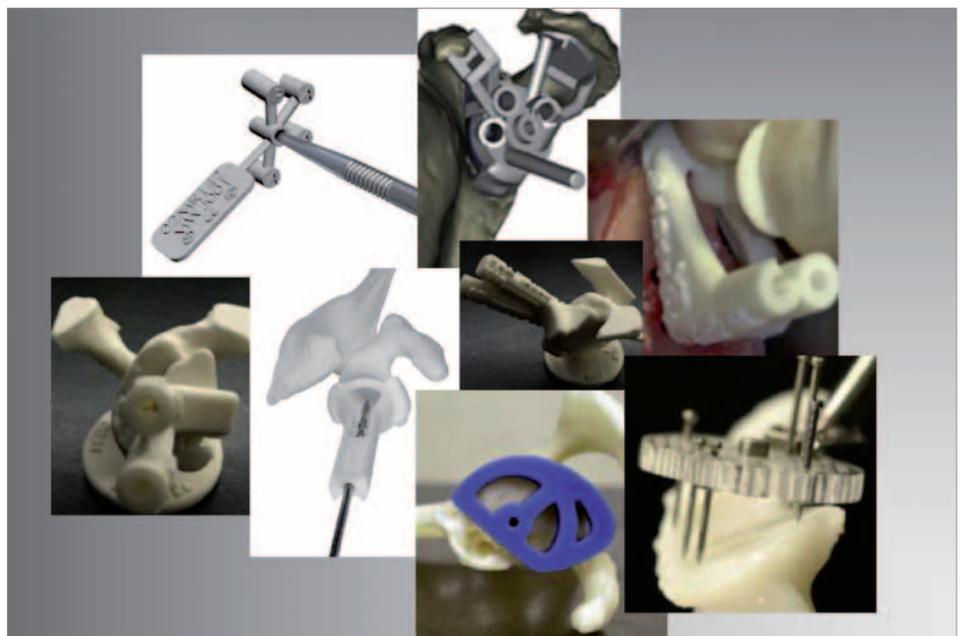


Figure 2. Variétés de guides patient-spécifiques.

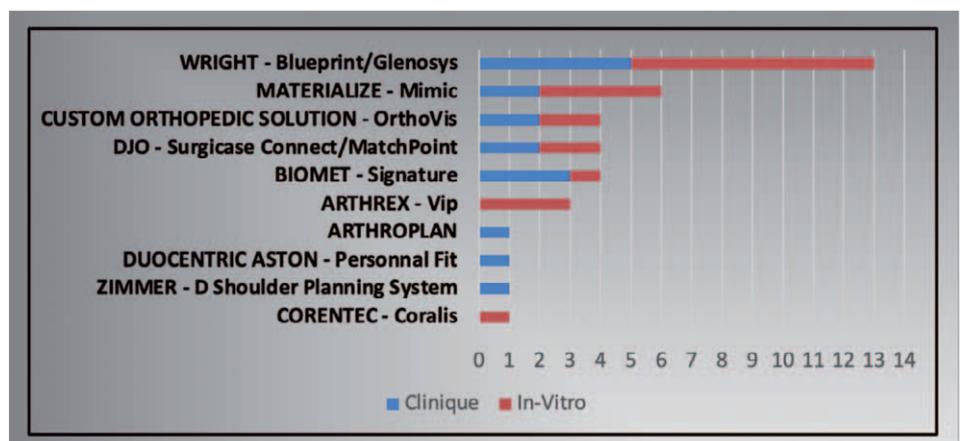


Figure 3. Publications sur les systèmes planification 3D + guides patient-spécifiques.

être précédée d'une étape de planification 3D qui sert de référence pendant l'intervention. La littérature est moins fournie et le nombre de systèmes plus restreint. Dix-huit publications ont été recensées, dont 7 seulement sont des études cliniques (1 étude de niveau II et 6 études de niveau III), les autres étant sur cadavre. La majorité des publications, et les plus récentes, concernent le système GPS de Exactech (Figure 4). La précision rapportée est de l'ordre de 1 à 3 mm pour le point central de l'implant glénoïdien et de 1 à 8° pour la version et l'inclinaison, l'ensemble de ces paramètres n'étant pas analysé systématiquement dans les études (seule la version l'est). Huit études comparaient la précision de positionnement avec usage de la navigation à la précision d'une technique conventionnelle et retrouvaient toujours une amélioration significative. Une méta-analyse (Sadoghi *et al.*, 2014) conclut également au bénéfice de la navigation en termes de précision. L'analyse de la courbe d'apprentissage estime qu'une dizaine de cas est suffisant. En revanche, les données sur l'allongement du temps opératoire sont contradictoires. Enfin, ici encore, il manque des données sur

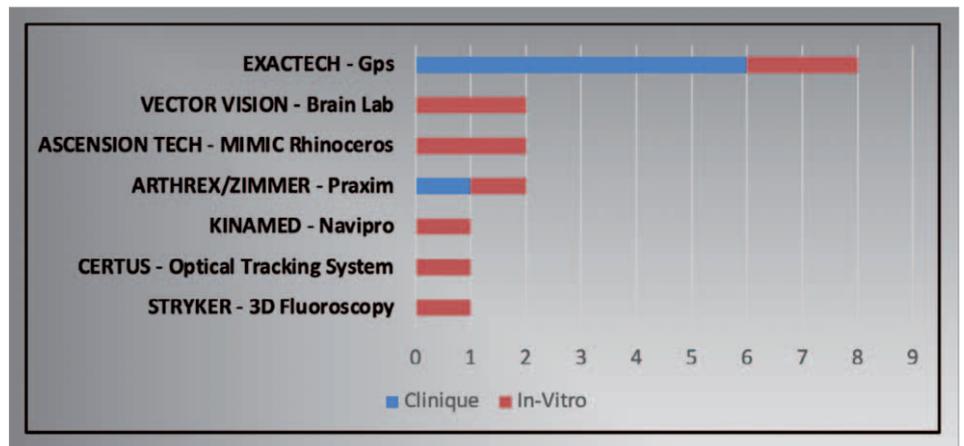


Figure 4. Publications sur les systèmes de navigation.

le bénéfice clinique, l'influence sur la survie des implants à long terme ou encore le coût d'utilisation.

L'analyse de la littérature permet de mettre en évidence les bénéfices démontrés à ce jour de ces 2 modalités technologiques d'assistance chirurgicale en termes de fiabilité, de reproductibilité et de précision de positionnement des implants. Une analyse plus approfondie, impliquant le recueil de données

techniques complémentaires auprès de l'industrie, sera nécessaire pour répondre aux questions auxquelles ne répondent pas les publications scientifiques (coût, ergonomie, etc.). Enfin, des études à plus long recul seront nécessaires pour évaluer le bénéfice clinique en termes de résultat fonctionnel, de taux de complication et de survie des implants notamment.

Adrien JACQUOT



Projet CAOS : équipe hanche

Par **Rémy COULOMB**, Chef d'équipe (CHU de Nîmes)

Membres : **Valentin CASCALES** (CHU de Nîmes), **Pierre MARTZ** (CHU de Dijon),
Nicolas VERDIER (Clinique Jean Villars, Bruges)

Quel dispositif de chirurgie assistée par ordinateur pour nos prothèses totales de hanche ?

Sous l'égide de la Société Française de chirurgie orthopédique assistée par ordinateur (CAOS), nous avons initié, il y a un an, le projet CAOS propre à la chirurgie de la hanche. Nous sommes à ce jour à la phase 1 du projet, concernant la constitution d'un registre national des technologies CAOS autour de la chirurgie de la hanche. Le premier travail a consisté en une revue systématique de la littérature concernant les dispositifs CAOS et la chirurgie de la hanche. La plupart des articles retrouvés concernaient essentiellement la prothèse totale de hanche (PTH) de première intention et dans une moindre mesure le resurfaçage ou la révision prothétique de hanche ainsi que pour la chirurgie conservatrice comme

l'arthroscopie et les ostéotomies péri-acétabulaires. Compte tenu de la majorité d'articles concernant la PTH, nous avons dans un premier temps orienté ce travail sur l'arthroplastie de première intention.

La PTH a été reconnue il y a quelques années comme étant la chirurgie du siècle dans la revue *The Lancet*. Malgré d'excellents résultats en termes de satisfaction, survie et durabilité, l'instabilité et le descellement mécanique sont les causes les plus fréquentes de révision de ces prothèses. Dans certains cas, ces complications pourraient être évitées en optimisant le positionnement des implants. Certains chirurgiens se sont donc légitimement orientés vers les technologies CAOS afin d'optimiser la précision du positionnement des PTH dans le but d'améliorer les résultats cliniques et la survie de leurs patients.

Trois types de dispositifs CAOS ont été retrouvés autour de la PTH et ont été analysés par quatre chirurgiens :

- le Docteur Pierre MARTZ pour l'analyse des instrumentations spécifiques au patients ;
- le Docteur Valentin CASCALES concernant les technologies robotiques ;
- le Docteur Nicolas VERDIER concernant les technologies de navigation sans image ;
- le Docteur Rémy COULOMB concernant les technologies de navigation avec images ainsi que la centralisation des données.

Les systèmes de chirurgie assistée par ordinateur autour de la hanche suivent souvent la même séquence, commune à d'autres systèmes CAOS (Figure 1) :

1. la réalisation d'un modèle digital tridimensionnel du bassin et/ou du fémur (1) ;
2. la planification préopératoire des implants sur ce modèle (2) ;
3. l'enregistrement intra-opératoire des repères osseux du bassin et/ou du fémur du patient (3) ;
4. le geste osseux et le positionnement des implants (4).

Les différentes technologies CAOS vont suivre partiellement ou complètement ces séquences en fonction de leur nature.

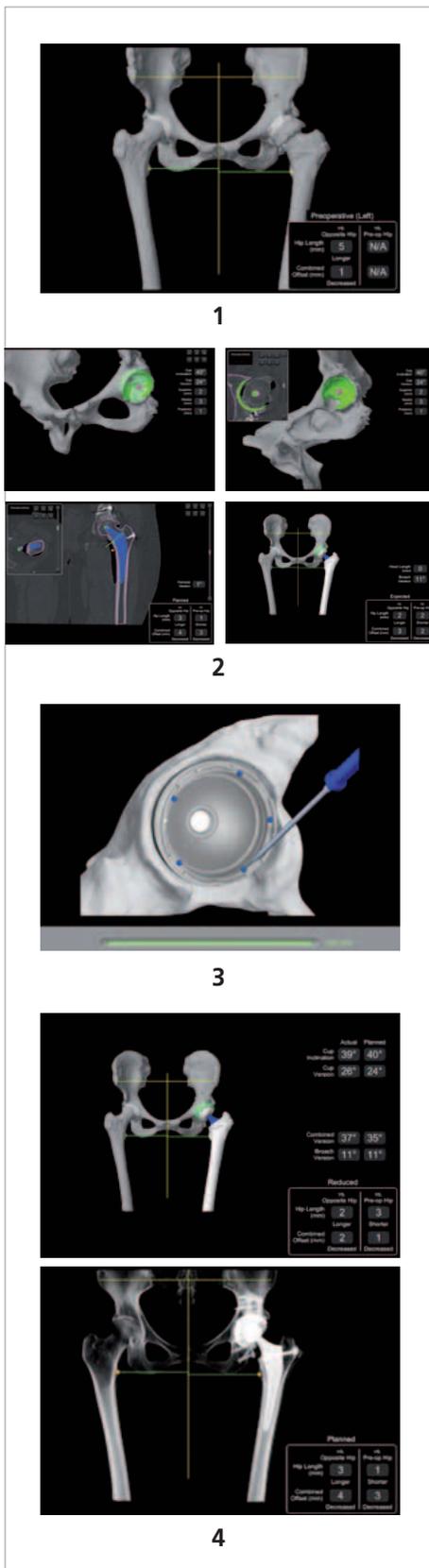


Figure 1. Séquences d'un système de chirurgie assistée par ordinateur d'une PTH.

Cette présentation a pour objectif de mettre en lumière notre travail en :

- présentant les différentes technologies CAOS autour de la hanche ;
- exposant les différents systèmes et leur bibliographies respectives ;
- mettant en évidence les avantages et les inconvénients de chaque technologie.

Instrumentation spécifique au patient (Patient Specific Instrumentation, PSI)

Le développement des PSI en orthopédie date de la fin du siècle précédent avec la réalisation de guides de visée pédiculaire [1]. Par la suite, les PSI se sont largement développés notamment pour l'utilisation en chirurgie prothétique du genou. Leur principe est de réaliser, à partir d'un modèle tridimensionnel préopératoire, des systèmes de guidage permettant d'orienter le travail acétabulaire ou fémoral de façon à optimiser le positionnement des implants. Certains systèmes permettent une modélisation dynamique simulant des phénomènes d'instabilité ou de conflit prothétique. Il existe deux types de guides : non contraints, permettant l'orientation de l'implantation, et contraints, guidant physiquement l'insertion prothétique.

A ce jour, nous avons retrouvé sur le marché cinq systèmes commercialisés : Signature hip (Zimmer-Biomet®), OPS (Corin Group®), My hip (Medacta®), Hip plan (Symbios®), One Fit hip planner (One Fit Medical®) et de nombreux systèmes dit « *tailor-made* » réalisés à partir d'imprimantes 3D appartenant à l'équipe chirurgicale publiant.

Concernant la revue bibliographique des technologies PSI autour de la hanche, il y avait 12 articles dont 6 fondamentaux (travail cadavérique ou *saw-bone*), 4 revues prospectives de cohorte, 1 revue prospective randomisée et 1 revue rétrospective. Les bénéfices publiés de la technologie PSI autour de la hanche concernent essentiellement la précision des systèmes. Au travers d'une série randomisée, Small *et al.* retrouvent une précision plus grande pour l'antéversion acétabulaire comparativement à une technique manuelle [2]. Les études prospectives de Spencer-Gardner [3] et Ito *et al.* [4] retrouvent une précision optimisée dans le positionnement de la cupule mais aussi de la version fémorale. Peu de résultats cliniques sont présentés dans cette revue bibliographique autour des PSI. Spencer-Gardner *et al.* [3] rapportent une augmentation de trois à cinq minutes de durée chirurgicale et une

seule complication sur cent cas, indépendante du guide de coupe PSI. Il n'y avait pas de différence statistique concernant les pertes sanguines en peropératoire pour Hananouchi [5].

Au travers de cette analyse bibliographique, le principal avantage retrouvé des PSI autour de la hanche serait la précision du positionnement des implants associée au détriment d'une faible augmentation du temps opératoire et des coûts estimés à 371 dollars par cas aux États-Unis [6]. Les limites apparentes de ces systèmes sont : une courbe d'apprentissage non négligeable, la nécessité d'un délai de commande de six à huit semaines du matériel, la gêne de certaines formations ostéophytiques pour la mise en place du PSI et qui doivent être prises en compte lors du planning et de la conception du guide. De plus, une modification de la précision lors de l'impaction des implants a été relevée.

En conclusion, cette revue bibliographique concernant les PSI associés à une PTH a l'avantage de montrer la précision des systèmes et leur faible innocuité. Toutefois, il y a beaucoup trop d'études fondamentales par rapport aux études cliniques dont aucune analyse l'intérêt au long cours de ces dispositifs. On déplore que beaucoup de systèmes commercialisés n'ont aucun niveau de preuves scientifiques publiées à ce jour.

Système de navigation

La navigation est l'ensemble des outils apportant des informations sur l'anatomie et sur le positionnement des implants, guidant le chirurgien au cours de la procédure. Elle nécessite l'enregistrement des repères anatomiques via des capteurs placés sur le patient en peropératoire. Elle associe souvent un cadre de référence statique situé sur la crête iliaque homolatérale et qui doit garder la même position au cours de la procédure. Les plans de référence du bassin et/ou du fémur sont alors indispensables pour orienter le modèle dans l'espace. Des cadres de référence dynamique sont utilisés au cours de l'intervention et correspondent à des systèmes de traceurs positionnés sur les instruments. Ces capteurs permettent à l'ordinateur de calculer les relations spatiales entre les structures anatomiques (références statiques) et les implants (références dynamiques). Les systèmes de navigation sont classés selon la nécessité ou pas d'une imagerie préopératoire.

Les systèmes de navigation sans image (SNSI / *Imageless Navigation System*)

Ces systèmes n'ont pas d'étape préalable de modélisation digitale, ni de planification préopératoire. L'enregistrement des repères osseux se fait en peropératoire et font confondre un modèle virtuel 3D à l'anatomie du patient repérée.

Les différents SNSI retrouvés de façon non exhaustive sont les suivants : Intelligent Hip (Intelligent Surgical®), Brainlab imageless navigation system (Brainlab®), Orthalign (Orthalign®), Orthosoft imageless navigation system (Zimmer®), Stryker imageless navigation system (Stryker®), Orthopilot (BBraun Aesculap®) et Praxim Medivision (Praxim Medivision®).

Concernant la revue de littérature systématique, nous avons retrouvé 64 articles traitant de SNSI autour de la chirurgie de la hanche. Dix-sept étaient des travaux fondamentaux, huit des travaux prospectifs randomisés, cinq prospectifs comparatifs, huit prospectifs, neuf rétrospectifs comparatifs et dix-sept rétrospectifs.

Dorr *et al.* rapportent une précision et une reproductibilité de l'inclinaison et de l'abduction acétabulaire à 5° près avec un SNSI comparativement à 12° et 13° en manuel [7]. De même, Davis *et al.* [8] retrouvent que plus de 97 % des cupules sont dans la « safe-zone » pour l'inclinaison et l'antéversion acétabulaire. Une étude randomisée utilisant le système Orthosoft imageless navigation system (Zimmer®) montre qu'il n'y a pas de différence de la navigation comparativement à une technique manuelle concernant l'inclinaison mais retrouve une moindre variation de l'antéversion pour le SNSI [9]. La littérature retrouve aussi un intérêt des SNSI dans la restauration de l'offset et de la longueur des membres inférieurs. Sur une étude randomisée de PTH, SNSI *versus* fluoroscopie peropératoire, il n'y avait pas de différence concernant l'offset et la longueur mais il y avait moins de patients à plus de 5 mm dans le groupe navigué [10]. En revanche, on ne retrouve pas de supériorité évidente des SNSI comparativement aux techniques manuelles pour les résultats cliniques. Dans un essai randomisé comparatif, le système Brainlab imageless navigation system semble permettre une mobilité maximale libre de conflit prothétique, supérieure à celles de techniques manuelles avec 84 % *versus* 65 % [11]. Comparativement, les scores de Harris sont meilleurs dans le groupe navigation

à six semaines mais cette différence est faible et s'annule à un an concernant les scores cliniques, la satisfaction et les tests de mobilités. Parallèlement, Parratte *et al.*, au cours d'un essai randomisé à dix ans de recul, ne retrouvent aucune différence concernant les scores cliniques, l'usure du polyéthylène et les complications entre SNSI et techniques manuelles [12].

Les SNSI semblent conférer une bonne précision mais il ne faut pas négliger la variabilité de mesure des plans de références notamment au niveau du bassin. Ces technologies ont l'avantage d'éviter une imagerie préopératoire irradiante. En revanche, elles augmentent de douze à dix-huit minutes le temps opératoire en lien avec la durée d'enregistrement des repères osseux [9-11]. De plus, le modèle virtuel sur lequel est basé le principe de navigation sans imagerie est un modèle générique qui ne reflète pas des anomalies anatomiques spécifiques au patient. Ceci limite cette technologie dans son usage pour des cas complexes comme les dysplasies ou les déformations post-traumatiques. Il faut noter que la précision de ces systèmes dépend de la précision de l'enregistrement peropératoire réalisé par le chirurgien. Une mauvaise identification des repères osseux conduira automatiquement à un mauvais positionnement des implants [13]. A ce jour, les limites principales de ces systèmes sont l'obésité, associée à une diminution de la précision du positionnement de la cup [14].

Du point de vue bibliographique, celle-ci présente des études de bonne qualité au recul suffisant. Un certain nombre de systèmes ont été rachetés au cours du temps par des sociétés et il est difficile lors de l'analyse de certains articles de ne pas se perdre dans ces technologies CAOS.

Les systèmes de navigation basée sur l'image (SNBI / *Image-Based Navigation System*)

La navigation basée sur l'image implique l'utilisation d'une imagerie préopératoire, très souvent le scanner, pour faciliter la planification et l'exécution chirurgicale. L'imagerie préopératoire peut aussi être une IRM ou EOS. Certains dispositifs utilisent l'assistance fluoroscopique peropératoire associé à un SNBI. La planification préopératoire est basée sur l'imagerie réalisée. En peropératoire, le chirurgien enregistre les différents points osseux sur le bassin et/ou le fémur et enregistre les instruments. Ces éléments sont mis en correspondance avec le modèle tridi-

mensionnel spécifique au patient qui a été généré à partir de l'imagerie préopératoire. La procédure s'exécute sans assistance mécanique en temps réel mais permet un guidage du chirurgien qui, de fait, a davantage de liberté pour modifier la planification préopératoire, contrairement à une chirurgie robotique.

La liste non exhaustive des différents systèmes retrouvés pour la navigation avec images : basée sur scanner : VectorVision Hip CT-based (Brainlab®), CT-Hip Stryker navigation (Stryker®), AR-HIP correspondant à un système de navigation avec images utilisant un système de réalité virtuelle augmentée ; basée sur scanner avec association de fluoroscopie : VectorVision Hip (Brainlab®), HipXpert (Surgical planning Associates®) ; et basée sur une imagerie EOS : NAVEOS® + système ortho pilot modifié (BBraun®).

Au total, il y avait 11 publications dont 2 travaux fondamentaux, 4 revues prospectives (dont 1 randomisée) et 5 revues rétrospectives (dont 1 comparative).

Concernant les résultats publiés de ces SNBI, il semble que les résultats soient supérieurs à une navigation traditionnelle quant à la précision de l'inclinaison et de l'antéversion acétabulaire [15]. La précision du positionnement des implants via les SNBI scanner est essentiellement retrouvée par la diminution du nombre de patients en dehors de la « safe-zone » de positionnement de la cupule et ce comparativement à une technique conventionnelle [16-17]. Une analyse rétrospective de 180 PTH SNBI-scanner contre 120 PTH manuelles démontre moins de cupules hors de la safe-zone (0 % vs 26 %) et moins de luxations postopératoires (0 % vs 8 %), bien qu'à 13 ans de recul le taux de survie des implants n'est pas affecté entre les groupes [18]. L'autre bénéfice rapporté de ces systèmes est l'optimisation du positionnement des implants en lien avec les approches mini-invasives, classiquement reliées à des malpositions d'implants [19].

Les SNBI, notamment scanner, permettent une précision optimisée du positionnement des implants avec moins de problématiques liées au plan de référence osseux qu'une navigation sans image. A ce jour sur une analyse de plus de 800 000 PTH réalisées aux États-Unis, il apparaît que les taux de luxations et de descellements aseptiques de la cupule seraient plus importants dans le groupe manuel comparativement à tous types de navigation. Si les bénéfices en

termes de précision et de résultats cliniques commencent à apparaître, les limites des SNBI scanner sont l'augmentation des coûts en lien avec l'imagerie supplémentaire et l'irradiation inhérente à l'examen. Il faut intégrer la perte de temps liée à la planification préopératoire que nécessite ce genre de système. Les systèmes navigués à partir de fluoroscopie peropératoire augmentent l'irradiation exposée au chirurgien au cours de la procédure chirurgicale.

Enfin, nous regrettons, pour le moment, une bibliographie peu fournie de ces systèmes qui ont été plus évalués sur leur précision que sur leur bénéfice clinique faiblement publié.

Système robotique

La robotique correspond à l'usage d'un assistant chirurgical mécanique durant une procédure chirurgicale naviguée basée sur une imagerie scanner. Tous les systèmes robotiques nécessitent une imagerie scanner préopératoire de façon à générer un modèle tridimensionnel du patient qui sera repéré et relié au patient en peropératoire. Les données d'imagerie préopératoire associées à l'enregistrement peropératoire sont transférées à l'assistance chirurgicale robotique.

Différents systèmes robotiques ont été décrits. Nous avons retenu : CASPAR SYSTEM (URS ortho®), ROBODOC (Think surgical Inc®), MAKOplasty total hip application (MAKO Surgical Corp. Stryker®).

On retrouve au total 33 publications concernant la robotique en chirurgie de hanche dont 9 travaux fondamentaux, 13 revues prospectives (dont 4 randomisées et 2 comparatives) et 11 revues rétrospectives (dont 2 comparatives).

Systèmes Robotique Actif (SRA) : ROBODOC

Le système réalise en peropératoire la préparation fémorale et aide au positionnement final de façon autonome. Le chirurgien ne peut agir sur le robot qu'en appuyant sur un bouton d'arrêt d'urgence sans avoir de contrôle direct sur le système robotique.

La littérature disponible sur ces SRA retrouve un bénéfice certain quant au positionnement fémoral qui optimiserait l'ajustement, le remplissage et l'alignement fémoral de l'implant comparativement à une procédure manuelle [20-21]. Sur cet essai randomisé, il n'y avait pas de fracture peropératoire. Les analyses à 2 et 5 ans de recul retrouvaient moins de

stress-shielding sur le fémur comparativement à une technique manuelle [20-22]. Toutefois, malgré cette évidence du bénéfice radiologique, les bénéfices cliniques ne sont pas aussi bons. A ce jour, aucune preuve d'une supériorité clinique n'a été retrouvée avec l'usage de ces robots actifs. Ainsi, au travers d'un essai randomisé comparant des PTH ROBODOC comparativement à des PTH conventionnelles, Honl *et al.* retrouvent de meilleurs scores cliniques pour le groupe robotique mais aucune différence à 24 mois [23]. En revanche, un nombre de complications péri-opératoires a été retrouvé dans le groupe ROBODOC. Un taux de luxations supérieur (18 % vs 4 %) et de révisions aseptiques de cupules (15 % vs 0 %) est retrouvé dans le groupe robotisé. Ces complications ont été attribuées par les auteurs aux dommages que réalisait le robot aux muscles abducteurs. Un taux d'ossifications hétérotopiques plus important est retrouvé dans le groupe robotique (27 % vs 15 %). Enfin, le taux de conversion d'une procédure robotique vers une procédure manuelle a été rapportée jusqu'à 18 %. Les raisons de conversion incluent les erreurs électroniques ou erreurs du software, l'impossibilité d'enregistrer les points repères avec précision, la perception chirurgicale d'une erreur évidente de positionnement de la cupule [24-25]. Un inconvénient majeur rapporté concerne la durée opératoire qui selon les études peut augmenter de 12 à 120 minutes [22-24].

Compte tenu du nombre de complications subies par certains patients dans les suites d'une chirurgie ROBODOC, un recours collectif contre la société Integrated Surgical Systems® a été posé en 2004 en Allemagne. Cette société a cessé ses activités en 2005. La propriété intellectuelle de ROBODOC a été acquise par Curexo Technology® qui est devenue par la suite ThinkSurgical® qui est en train de développer un SRA de nouvelle génération TSolution One.

Concernant la bibliographie des systèmes robotiques actifs, cette dernière est suffisante pour comprendre l'échec de cette technologie. Elle servira de référence pour évaluer à l'avenir les nouvelles générations de systèmes robotiques actifs.

Systèmes Robotique Semi-Actif (SRSA) : MAKO

En parallèle, se sont développés des systèmes de navigation robotique dits semi-actifs. Ces derniers apportent un « *feed-back* » haptique qui contraint le chirurgien à respecter le

planning chirurgical décidé. A tout moment, le chirurgien garde le contrôle de la procédure, voire peut modifier la planification pour s'adapter à des conditions peropératoires.

Dans le domaine des SRSA, la totalité de la bibliographie retrouvée, concerne le système MAKOplasty Total Hip Application (MAKO surgical Corp, Stryker®). Ce système permet de réaliser le fraisage acétabulaire sous contrôle haptique, permettant de reproduire la planification avec précision et permettant un positionnement optimisé de la cupule à quelques degrés près de la planification. Le software utilise un système de navigation qui analyse les changements en termes de longueur des membres inférieurs et d'offset global comparativement au préopératoire homolatéral ou au côté controlatéral. Ces systèmes robotiques semi-actifs peuvent être utilisés avec tout type d'approche chirurgicale. Ils nécessitent un cadre de référence statique sur le bassin en cas de procédure « *Express* » et sur le fémur en cas de procédure dite « *Enhanced* ».

La littérature sur ce système robotique est très fournie, probablement la plus importante des technologies CAOS de la hanche. Beaucoup de publications sont relatives à la précision du système. Elson *et al.* rapportent que 114 des 120 cupules (95 %) étaient placées à moins de 3,5° de la position attendue avec le système MAKO [26]. De même, Domb *et al.*, dans une revue rétrospective comparative de 1 980 prothèses, montrent que les cupules positionnées avec le système robotique étaient statistiquement plus dans la « *safe-zone* » que les cupules positionnées en manuel [27]. Les bénéfices en termes de précision de positionnement ont été retrouvés sur la restitution de la longueur et de l'offset global [28], ainsi qu'un meilleur positionnement du centre de rotation [29] au dépend d'une courbe d'apprentissage courte (12 cas pour la stabilisation des durées opératoires, sans effet d'apprentissage sur le positionnement des implants) [30]. Le système de robotique permettrait une optimisation du positionnement des implants chez les patients obèses [31].

Les limites de ce SRSA sont en premier lieu l'investissement financier nécessaire à l'achat du robot. S'intègrent à cela la maintenance des softwares et le financement du *Mako Product Specialist* souvent dédié à un site chirurgical ; il est employé par Stryker® et réalise la mobilisation du robot ainsi que la planification pré et peropératoire du cas.

A cela s'ajoute un coût de consommable à usage unique pour chaque patient. L'irradiation et le coût du scanner sont aussi des limites de ce système chirurgical. Le temps de planification péri-opératoire de la chirurgie est, là aussi, à ajouter à l'organisation péri-opératoire. De plus, même si la rapidité d'un fraisage unique permis par ce SRSA permet de compenser la perte de temps inhérente à la prise de points en peropératoire, il ne faut pas négliger la perte de temps propre au système de navigation, au champage et à l'enregistrement du système robotique ainsi que l'usage d'une procédure spécifique « *enhanced* » plus longue, augmentant le temps opératoire. Enfin, ce système est complètement captif et seuls les implants Stryker® sont compatibles avec ce modèle robotique.

La bibliographie sur la robotique est riche mais, à ce jour, elle est trop souvent menacée par des conflits d'intérêts. Il manque des essais randomisés qui permettraient d'objectiver la pertinence clinique de ces systèmes.

Conclusion

A ce jour, le travail de collecte de données bibliographiques concernant les systèmes CAOS autour de la prothèse totale de hanche est quasiment finalisé. On déplore trop peu, voire l'absence, de publications pour certains systèmes ; là où une production florissante apparaît chez certaines compagnies qualifiées de « *majors* ».

Il est évident que la plupart des dispositifs CAOS optimisent le positionnement des implants d'une PTH. Toutefois, il n'est pas évident de montrer pour tous les systèmes un bénéfice clinique à court et à long terme pour le patient. Ces systèmes permettent d'améliorer la reproductibilité et la répétabilité des gestes, conférant une expérience chirurgicale à de jeunes opérateurs ou à des opérateurs ne réalisant pas fréquemment de PTH. En revanche, des études au long court sont nécessaires pour confirmer l'intérêt clinique et s'interroger sur la rentabilité économique de ces systèmes chirurgicaux onéreux dont le marché est très souvent captif.

Enfin, il semble important de rappeler que ces dispositifs ne sont que des systèmes de guidage. Leur précision quant à la réalisation d'un planning préopératoire semble pour certains excellente mais la réflexion sur les objectifs de planification doit rester au centre des débats. C'est aussi par l'amélioration d'une planification spécifique au patient,

réalisable en peropératoire grâce à ces dispositifs, que les bénéfices cliniques deviendront plus évidents.

Rémy COULOMB

Références

- [1] Radermacher K, Portheine F, Anton M, et al: Computer assisted orthopaedic surgery with image based individual templates. *Clin Orthop Relat Res* 1998; 354:28-38.
- [2] Small T, Krebs V, Molloy R, Bryan J, Klika AK, Barsoum WK: Comparison of acetabular shell position using patient specific instruments vs. standard surgical instruments: A randomized clinical trial. *J Arthroplasty* 2014;29: 1030-1037.
- [3] Spencer-Gardner L, Pierrepoint J, Topham M, Bare J, McMahon S, Shimmin A: Patient-specific instrumentation improves the accuracy of acetabular component placement in total hip arthroplasty. *Bone Joint J* 2016;98-B:1342-1346.
- [4] Ito H, Tanaka S, Tanaka T, Oshima H, Tanaka S: A patient-specific instrument for femoral stem placement during total hip arthroplasty. *Orthopedics* 2017;40: e374-e377.
- [5] Hananouchi T, Giets E, Ex J, Delport H: Patient-specific instrumentation for acetabular cup orientation: Accuracy analysis in a pre-clinical study. *J Contemp Orthop Res* 2014;1:35-47.
- [6] Henckel J, Holme TJ, Radford W, Skinner JA, Hart AJ. 3D-printed Patient-specific Guides for Hip Arthroplasty. *J Am Acad Orthop Surg*. 2018 15;26:342-8.
- [7] Dorr LD, Malik A, Wan Z, Long WT, Harris M. Precision and bias of imageless computer navigation and surgeon estimates for acetabular component position. *Clin Orthop Relat Res*. 2007 Dec;465:92-9.
- [8] Davis ET, Schubert M, Wegner M, Haimerl M. A new method of registration in navigated hip arthroplasty without the need to register the anterior pelvic plane. *J Arthroplasty*. 2015 Jan; 30(1):55-60.
- [9] Lass R, Kubista B, Olischar B, Frantal S, Windhager R, Giurea A. Total hip arthroplasty using imageless computer-assisted hip navigation: a prospective randomized study. *J Arthroplasty*. 2014 Apr;29(4):786-91
- [10] Weber M, Woerner M, Springorum R, Sendtner E, Hapfelmeier A, Grifka J, Renkawitz T. Fluoroscopy and imageless navigation enable an equivalent reconstruction of leg length and global and femoral offset in THA. *Clin Orthop Relat Res*. 2014 Oct;472(10):3150-8.
- [11] Renkawitz T, Weber M, Springorum HR, Sendtner E, Woerner M, Ulm K, Weber T, Grifka J. Impingement-free range of mo-

vement, acetabular component cover and early clinical results comparing 'femur-first' navigation and 'conventional' minimally invasive total hip arthroplasty: a randomised controlled trial. *Bone Joint J*. 2015 Jul;97-B(7):890-8.

- [12] Parratte S, Ollivier M, Lunebourg A, Flecher X, Argenson JN. No benefit after THA performed with computer-assisted cup placement: 10-year results of a randomized controlled study. *Clin Orthop Relat Res*. 2016 Oct;474(10): 2085-93.
- [13] Hafez M, Jaramaz B, Digioia AM 3rd. Computer assisted knee surgery: an overview. In: Insall JN, Scott N, editors. *Surgery of the knee*. 4th ed. New York: Churchill Livingstone; 2006. p 1655-74.
- [14] Tsukada S, Wakui M. Decreased accuracy of acetabular cup placement for imageless navigation in obese patients. *J Orthop Sci*. 2010 Nov;15(6):758-63.
- [15] Steppacher SD, Kowal JH, Murphy SB. Improving cup positioning using a mechanical navigation instrument. *Clin Orthop Relat Res*. 2011 Feb;469(2):423-8.
- [16] Kalteis T, Handel M, Ba this H, Perlick L, Tingart M, Grifka J. Imageless navigation for insertion of the acetabular component in total hip arthroplasty: is it as accurate as CT-based navigation? *J Bone Joint Surg Br*. 2006 Feb;88 (2):163-7.
- [17] Digioia AM 3rd, Jaramaz B, Plakseychuk AY, Moody JE Jr, Nikou C, Labarca RS, Levenson TJ, Picard F. Comparison of a mechanical acetabular alignment guide with computer placement of the socket. *J Arthroplasty*. 2002 Apr;17(3):359-64. [18] Sugano CORR 2012
- [19] Callanan MC, Jarrett B, Bragdon CR, Zurakowski D, Rubash HE, Freiberg AA, Malchau H. The John Charnley Award: risk factors for cup malpositioning: quality improvement through a joint registry at a tertiary hospital. *Clin Orthop Relat Res*. 2011 Feb;469(2):319-29.
- [20] Spencer EH. The ROBODOC clinical trial: a robotic assistant for total hip arthroplasty. *Orthop Nurs*. 1996 Jan-Feb;15(1):9-14.
- [21] Nishihara S, Sugano N, Nishii T, Miki H, Nakamura N, Yoshikawa H. Comparison between hand rasping and robotic milling for stem implantation in cementless total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2006 Oct;21(7):957-66.
- [22] Nakamura N, Sugano N, Nishii T, Kakimoto A, Miki H. A comparison between robotic-assisted and manual implantation of cementless total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 2010 Apr;468(4):1072-81.
- [23] Honl M, Dierk O, Gauck C, Carrero V, Lampe F, Dries S, Quante M, Schwieger

K, Hille E, Morlock MM. Comparison of robotic-assisted and manual implantation of a primary total hip replacement. A prospective study. *J Bone Joint Surg Am.* 2003 Aug;85-A(8):1470-8.

[24] Bargar WL, Bauer A, Boller M. Primary and revision total hip replacement using the ROBODOC system. *Clin Orthop Relat Res.* 1998 Sep;354:82-91.

[25] Chun YS, Kim KI, Cho YJ, Kim YH, Yoo MC, Rhyu KH. Causes and patterns of aborting a robot-assisted arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2011 Jun;26(4):621-5.

[26] Elson L, Dounchis J, Illgen R, Marchand RC, Padgett DE, Bragdon CR, Malchau H.

Precision of acetabular cup placement in robotic integrated total hip arthroplasty. *Hip Int.* 2015 Nov-Dec;25(6):531-6.

[27] Domb BG, Redmond JM, Louis SS, Alden KJ, Daley RJ, LaReau JM, Petrakos AE, Gui C, Suarez-Ahedo C. Accuracy of component positioning in 1980 total hip arthroplasties: a comparative analysis by surgical technique and mode of guidance. *J Arthroplasty.* 2015 Dec;30(12):2208-18.

[28] El Bitar YF, Jackson TJ, Lindner D, Botser IB, Stake CE, Domb BG. Predictive value of robotic-assisted total hip arthroplasty. *Orthopedics.* 2015 Jan;38(1):e31-7.

[29] Kayani B, Konan S, Thakrar RR, Huq SS,

Haddad FS. Assuring the long-term total joint arthroplasty: a triad of variables. *Bone Joint J.* 2019;101:11-18.

[30] Kayani B, Konan SJ, Huq SS, Ibrahim MS, Ayuob A, Haddad FS. The learning curve of robotic-arm assisted acetabular cup positioning during total hip arthroplasty. *Hip Int.* 2019 15;1120700019889334.

[31] Gupta A, Redmond JM, Hammarstedt JE, Petrakos AE, Pavan Vemula S, Domb BG. Arthroplasty. Does Robotic-Assisted Computer Navigation Affect Acetabular Cup Positioning in Total Hip Arthroplasty in the Obese Patient? A Comparison Study. *J Arthroplasty.* 2015;30:2204-7.



Projet CAOS : équipe genou

Par **Arnaud CLAVÉ**, Chef d'équipe (Clinique St George, Nice)

Membres : **François FAZILLEAU** (Clinique Pasteur, Brest), **Mathieu LE STUM** (ingénieur au LaTIM, UMR1101 INSERM-CHU), **Ludovic TRISTAN** (Clinique du Ter, Lorient)

Sous l'impulsion du Dr Marc-Olivier Gauci, Président de CAOS-France, a été initié un ambitieux projet visant à référencer et labelliser de manière indépendante les dispositifs CAOS présents sur le marché. Dans l'histoire du CAOS, la chirurgie prothétique du genou a très rapidement été un terrain d'exploration et de développement de ces technologies. Elle représente donc un aspect important de ce projet à la fois pour son aspect scientifique mais aussi de par l'analyse de son histoire en corrélation avec le *Hype Cycle* de Gartner (voir Figure, page 26).

Au travers de l'expérience des membres du groupe et après interrogation des acteurs industriels du marché, a été réalisé le démembrement des différents outils CAOS disponibles en France.

Quatre grandes classes de dispositifs utilisés en chirurgie prothétique de genou ont été définies :

- outils de planification numérique ;
- guides de coupes personnalisés ;
- navigateurs classiques (basés ou non sur imagerie) et simplifiés (utilisant gyroscopes et accéléromètres) ;
- robots.

Il a été demandé, dans un premier temps, aux différents industriels contactés de fournir

des informations sur leur produit et les données bibliographiques afférentes. Cette démarche, soyons honnête, globalement peu fructueuse, a néanmoins permis de se rendre compte du faible support scientifique tangible existant dans l'argumentaire marketing.

Cette faiblesse peut s'expliquer soit par une volonté (peu probable) de ne pas divulguer certaines données, soit par l'absence de réel suivi bibliographique concernant des études non réalisées dans des centres partenaires.

A contrario, la recherche des bases de données bibliographies classiques a mis en exergue une littérature riche de plus de 10 000 références, preuve d'un réel engouement de la communauté médicale et scientifique pour ces sujets.

Un premier screening de 2 500 résumés concernant uniquement les outils de navigation nous a fait prendre conscience de l'hétérogénéité importante des études et des multiples biais pouvant entrer en compte dans le jugement de l'efficacité de ces dispositifs.

Pour cette raison, il a été décidé de resserrer le travail du groupe sur les dispositifs robotiques existant pour la PTG. Ces derniers, étant plus récents, bénéficient d'une littérature plus homogène tant au niveau de la métho-

dologie que des critères de jugements ou des versions de software utilisées. Une revue et une synthèse de la littérature comparant les résultats cliniques, radiologiques et socio-économiques des PTG assistées par robot a donc été réalisée en se basant sur les recommandations *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA).

Stratégie de recherche

Les bases de données bibliographiques usuelles : Pubmed, Embase et Central ont été interrogées à trois reprises par les membres du groupe et figées au 9 septembre 2021.

Les recherches ont été menées, sur la période allant du 01/01/2010 au 09/09/2021, en utilisant les mots-clés et les termes MESH suivants : « *Robotic arm-assisted total knee arthroplasty* », « *Robotic assisted total knee arthroplasty* », « *Robotic knee arthroplasty* », « *Robotic-assisted primary total knee arthroplasty* » et « *Robotic arm-assisted total knee replacement* », « *Robotic assisted total knee replacement* », « *Robotic knee replacement* », « *Robotic-assisted primary total knee replacement* ».

Screening et sélection des articles

Un total de 736 références a été identifié pour analyse. Chacun des 736 résumés a ainsi été évalué de manière indépendante par 2 membres de l'équipe. Les deux listes, comprenant respectivement 81 et 77 références, ont été confrontées. Un arbitrage sur les discordances a été réalisé par un troisième membre de l'équipe permettant l'établissement d'une liste finale de 75 références réparties de manière aléatoire entre les 4 membres du groupe.

Critères d'éligibilité

Ont été considérés comme éligibles, tous les articles publiés à partir du premier janvier 2010 analysant les résultats cliniques, radiologiques ou économiques de PTG robotisés ou de PTG assistées par robot *versus* PTG conventionnelles. Les articles doublons ou ceux dans une langue autre que le français ou l'anglais ont été exclus. Il en était de même pour ceux dont le texte intégral n'était pas récupérable. Dans le cadre de séries publiées à différents reculs (résultats à 2 ans et à 10 ans par exemple) celles ayant le plus grand recul étaient conservées. Il a été décidé d'accepter les revues de la littérature alors que les *case-report* étaient exclus.

Collecte et analyse des données

Tous les articles sont mis à disposition du groupe dans une dropbox partagée et répartis aléatoirement entre les différents membres du groupe.

Chaque article analysé est rentré dans une base de données excel conçue spécialement pour l'étude. Vingt-deux critères de bases repartis en 5 catégories sont notés :

1. Publication : SSID, 1^{er} auteur, Titre, Journal, Année, Lien d'intérêt, commentaires ;
2. Méthodologie : Niveau de preuve déclaré, niveau de preuve estimé, méthodologie ;
3. Produit : Nom du produit, version, compagnie, technologie ;
4. Domaine de validation : effectif total étudié, effectif du groupe robot, type d'évaluation (radiologique, clinique, survie, médico-économique), commentaires sur le type d'évaluation (nom du score clinique, etc.), type de critère (jugement principal, secondaire), conclusion des auteurs vis-à-vis du critère, conclusion des relecteurs vis-à-vis du critère ;
5. Commentaires généraux.

L'ensemble de ces données permettront, lors d'un tour de table réunissant les 4 membres de l'équipe, une notation des dispositifs selon chacun des critères disponibles et analysés. Néanmoins, à but de publication scientifique, la base de données sera retravaillée selon des critères PRISMA plus stricts afin de réaliser une revue de la littérature.

Bref rappel historique des PTG assistées par robot et état des forces en présence

Les robots en chirurgie orthopédique peuvent être classés en 2 catégories : les robots semi-actif (geste contrôlé/adapté par le robot) et les robots actifs (autonome). Comme les

navigations ils peuvent être « *image-based* » (généralement scanner) ou « *image-less* » (cinématique, recalage par *landmarks* osseux et/ou *bone morphing*).

Les premiers robots d'orthopédie datent des années 1980. La première PTG assistée par robot a été réalisée en 1988 à l'aide du robot ACROBOT (*Imperial College*, Londres). Il s'agissait d'un robot actif contraint basé sur un scanner pré-opératoire. Cette société a cédé son activité en 2013 à MAKO Surgical dans le cadre du règlement d'un litige concernant une violation de brevet.

En mars 2000, la première PTG assistée par le robot CASPAR (URS Ortho Rastatt, Allemagne) a été réalisée en Allemagne après une phase de tests sur *sawbone* et cadavre. Ce robot, lui aussi basé sur une imagerie pré-opératoire, était initialement utilisé pour les PTH. A noter que ce système n'est plus en service de nos jours.

L'utilisation de ces deux systèmes est restée relativement confidentielle.

Le premier robot à avoir été utilisé en pratique courante était le Robodoc (Curexo Technology devenu Think Solution, USA, depuis 2014). Comme les deux autres il a été développé au début des années 1990 initialement pour la prothèse de hanche. Mais, entre 2001 et 2007, plus de 2 000 PTG ont été posées en Corée du Sud avec ce robot. Par ailleurs, la plupart des premières données publiées concernant les PTG robot-assistées proviennent d'études utilisant ce dispositif. L'évolution du Robodoc, le T-Solution One, un robot totalement actif basé sur scanner est toujours utilisé, notamment en Asie.

En France, la société Praxim, pionnière du CAOS et de la navigation orthopédique, a développé au début des années 2000 un mini-robot pour PTG appelé le Praxiteles. Ce robot a été approuvé pour l'usage clinique en 2010 sous le nom d'Omnibotics après son rachat par Omni life Science. Depuis 2019, l'Omnibotics est dans le giron de la société Corin. Contrairement aux autres robots, il s'agit d'un petit dispositif qui s'utilise en complément d'une station de navigation classique « *image-less* » et qui correspond à un guide de coupe motorisé pour le fémur.

A la même époque, en 2009, Mako annonce la sortie et l'agrément FDA de son RIO™ (*Robotic Arm Interactive Orthopedic System*). Il s'agissait d'un robot semi-actif basé sur scanner permettant de réaliser, lors de prothèse unicompartmentale, un resurfaçage

osseux à l'aide d'une fraise motorisée guidée. Le rachat de Mako par Stryker en 2013 (pour 1,65 milliards de dollars), accompagné d'immenses campagnes marketing (le néologisme Makoplastie !) a été le point de départ de la course à l'armement à laquelle nous assistons actuellement. Ce système a néanmoins bien évolué et permet aujourd'hui, toujours selon le même principe semi-actif, la réalisation de coupes osseuses (et non plus fraisage uniquement) dans le cadre de PTG. Et si, à l'origine, les publications concernaient essentiellement le Robodoc, actuellement, la plupart des études récentes traitent du robot Mako.

Une autre société, Blue Belt technologies, a proposé à partir de 2012 un robot semi-actif « *image-less* » utilisant pour les PUC une technologie de resurfaçage par fraisage motorisé. Cette société et son robot appelé Navio ont été rachetés par Smith & Nephew (USA) en 2016 pour 275 millions de dollars. Depuis, la solution a été développée pour pouvoir poser une PTG.

Le Rosa (Zimmer-Biomet, USA) est un des derniers systèmes commercialisés. Il a été approuvé par la FDA en janvier 2019. Il s'agit d'un système semi-actif pouvant utiliser une imagerie pré-opératoire (radios calibrées) en complément d'un recalage *image-less* classique. Ce robot a montré une précision de coupe de l'ordre du millimètre lors des études de validation cadavérique.

Par ailleurs, nous restons dans l'attente d'informations plus concrètes concernant le robot Velys de Depuy-Synthes (Johnson and Johnson, USA) qui a obtenu son certificat FDA en janvier 2021.

Résultats

A ce jour, sur les 75 références sélectionnées, 64 ont été analysées et rentrées dans la base de données.

Dans leur grande majorité les études provenaient des USA (33 études) puis de Corée du Sud (10 études), suivi de l'Angleterre (8 études), de l'Australie (6 études) et de Singapour (5 études). Deux études sont à mettre au crédit d'équipes Belges ; la France, l'Allemagne, la Chine et les Emirats Arabes Unis ont chacun produit une étude.

Dans 45 % des cas, un conflit d'intérêt direct d'un des auteurs était retrouvé. Dans 40 % des cas, aucune information concernant un éventuel conflit d'intérêt n'était donnée ; 15 % des études uniquement ne présentaient pas de conflit d'intérêt.

Concernant les différents types d'études nous avons retrouvé :

Méta-analyses	3
Revue de la littérature	13
Etudes comparatives prospectives	6
Cohortes prospectives	16
Cohortes rétrospectives	7
Etudes cas-témoins rétrospectives	9
Etudes cadavériques	5
Notes techniques	2
Indéterminées	3

Dans ces 64 études, ont été regroupées au total plus de 6 millions de PTG dont plus de 40 000 robot-assistées. Cependant, l'étude des dispositifs est très peu homogène puisque le Mako est retrouvé 23 fois contre une fois par exemple pour le T Solution One.

CASPAR	2
ROBODOC	14
T SOLUTION ONE	1
MAKO	23
NAVIO	5
ROSA	3
OMNI	3
PRAXIM	1
Non précisé	10

A noter que la version du robot ou software utilisé n'était présente que dans 3 publications.

Sur les 64 études, six étudient des critères médico-économiques (durée de séjour, temps opératoire, coût de l'épisode de soins sur 90 jours, coûts index, décharge, réadmission, etc.), quatre proposent une analyse de la survie, deux sont des études de validation de la précision du dispositif à l'aide d'un autre outil CAOS (navigation) et une évalue les complications inhérentes au dispositif robotisé. Tous les autres critères utilisés, critères cliniques classiques (scores PROMS ou non, mobilité, satisfaction, etc.), radiologiques (alignement, positionnement des composants en frontal sagittal et rotation, résections osseuses, taux de patients hors cible, etc.) soit 124 critères de jugement ont été recensés.

Les conclusions des auteurs vis-à-vis d'un bénéfice du dispositif pour chacun de ces critères étaient très favorables dans 25 cas, favorable dans 45 cas, neutre dans 38 cas, défavorables dans 11 cas et sans avis pour 5 cas.

Les conclusions des relecteurs pour les mêmes critères étaient sensiblement équivalentes avec 19 très favorables, 39 favorables, 51 neutres, 10 défavorables et 5 sans avis.

A chaque fois, sauf un cas, le désaccord s'est fait en faveur d'une classe inférieure

(13 neutres à la place de 12 favorables et 1 défavorable et 6 favorables à la place de 6 très favorables).

La tendance globale montre des résultats favorables et très favorables pour les critères radiologiques, un intérêt neutre ou mitigé concernant les critères cliniques (scores cliniques, survie). Les résultats défavorables concernent, quant à eux, plutôt les critères économiques.

L'analyse fine des résultats comme l'évaluation de l'intérêt propre à chacun de ces dispositifs n'est pas possible à ce jour. En effet, il nous faut encore inclure les 11 études restantes avant de pouvoir revoir et vérifier la base de données avant de pouvoir proposer une analyse critère par critère.

Cependant, il faut savoir rester humble face aux vérités du jour qui ne seront peut-être pas celles du lendemain. Il conviendra d'ailleurs d'enrichir régulièrement cette base de données car le rythme des publications dans ce domaine est fortement exponentiel. En effet, on ne recense pas moins de 51 nouvelles publications depuis le 1^{er} janvier 2021 pour un total de 117 concernant l'année 2020, chiffres à mettre en perspective avec les 49 études publiées entre 2010 et 2014...

Arnaud CLAVÉ



Projet CAOS : équipe pied-cheville

Technologies CAOS par impression 3D pour la chirurgie du pied et de la cheville : le meilleur est devant nous !

Par **Louis DAGNEAUX**, Chef d'équipe (CHU de Montpellier)

Membres : **François LINTZ** (Clinique de l'Union, Toulouse), **Julie MATHIEU** (CHU de Montpellier)

L'intégration des nouvelles technologies aux chirurgies orthopédiques assistées par ordinateur (CAOS) est en plein essor et il est normal que la chirurgie du pied et de la cheville puisse en bénéficier au même titre que les autres surspécialités. Si les applications dévolues au pied et à la cheville semblent, de prime abord, en retrait par rapport à la chirurgie de la hanche ou du genou, il nous faut rappeler que la première utilisation de prototypage rapide (stéréolithographie) du pied a été réalisée en

1997 pour la visualisation intra-articulaire du trait fondamental de Palmer des fractures du calcanéus [1]. L'équipe de radiologues à l'origine de ce travail concluait finalement au peu d'intérêt de l'impression tri-dimensionnelle (3D) comparativement aux reconstructions tomodensitométriques 3D à des fins de planification et de pédagogie [1]. Plus de 20 ans après, l'impression 3D assistée par ordinateur, au même rang que les systèmes de navigation ou la chirurgie robotique pour d'autres, aura révolutionné notre façon

de penser les pathologies du pied et de la cheville, de les planifier, de contrôler le geste chirurgical et de concevoir des implants spécifiques à la morphologie de nos patients [2, 3]. Malgré cet engouement médical et industriel pour ces nouvelles technologies, certains auteurs ont rappelé que l'impression 3D du pied et de la cheville était dans une phase de développement précoce et, le peu d'études concernant les technologies CAOS en pied et cheville, limitent leur diffusion et leur validité scientifique [4, 5]. Faisant partie du projet CAOS France pour les technologies dévolues au pied et à la cheville, nous avons recensé l'ensemble des publications liées à l'impression 3D afin de vous résumer la

validité scientifique, des indications, et de son apport dans la chirurgie du pied et de la cheville. Enfin, nous avons interrogé plusieurs experts français dans le domaine pour débattre des perspectives à venir.

Sans atteindre les sommets de la littérature

Nous avons recensé 98 articles éligibles, dont 47 n'étaient pas en relation directe avec la chirurgie du pied et de la cheville (orthèses plantaires et impression ortho-prothétique). Finalement, 37 papiers, publiés entre 1997 et 2020, ont été inclus dans l'analyse après critères d'exclusion (Figure 1) : 3 articles à visée pédagogique [1, 6, 7], 8 sur la planification chirurgicale [8-15], 12 (32 %) sur les implants patient-spécifiques [16-27] et 14 (38 %) sur les guides de coupe patient-spécifiques [28-41].

Il faut noter que près de la moitié des publications incluses ont été publiées dans les deux dernières années, témoignant du regain d'intérêt pour cette technologie, et concernent essentiellement la cheville et l'arrière-pied.

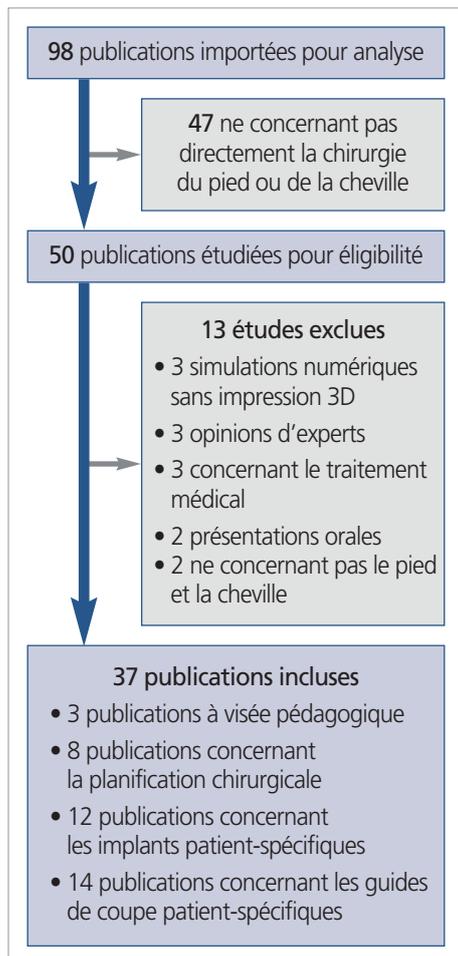


Figure 1. Diagramme de flux pour étude systématisée de la littérature.

La répartition en fonction des pays (Figure 2) est majoritaire pour les USA et la Chine. Vingt-neuf (sur 37) étaient des articles de niveau de preuve IV ou V, et seulement 10 études présentaient des données comparatives. Un total de 368 patients avaient donc bénéficié de l'impression 3D pour un suivi moyen de 17 mois allant de 5 à 36 mois (quand celui-ci était noté !).

Les étapes de validation préalables ou post-opératoires étaient manquantes dans près de la moitié des publications. On observe

donc un parfait contraste entre l'exhaustivité des indications (chères aux nombreuses techniques chirurgicales du pied et de la cheville) et la faiblesse de la validation scientifique. Plus inquiétant, les nombreuses « technical tips » publiées sont peu suivies par des études de séries cliniques, hormis ce qui concerne la prothèse totale de cheville. Malgré de nombreux apports publiés (Tableau I), la validité de l'impression 3D, a fortiori sa supériorité, est donc difficile à prouver formellement.

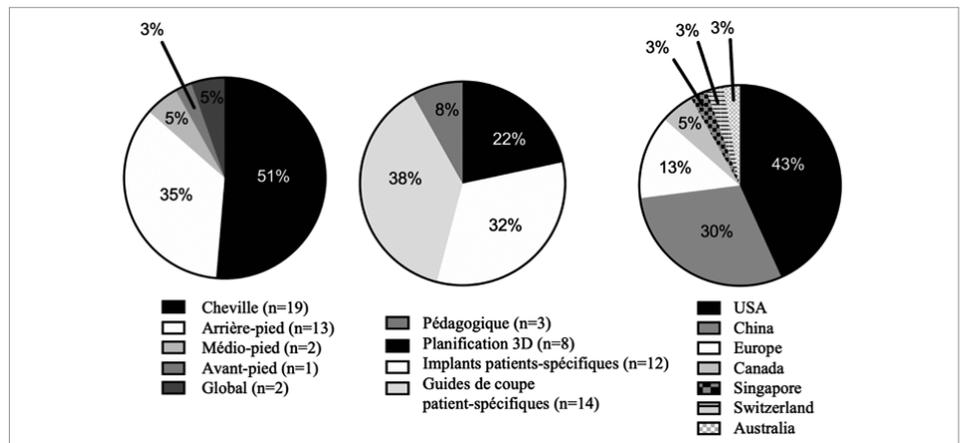


Figure 2. Distribution des publications dans la littérature : intérêts, domaines de compétence, provenance géographique.

Objet	Apports
Pédagogique	<ul style="list-style-type: none"> Amélioration de la visualisation des os et des déformations. Agrandissement pour les malformations fœtales et complexes. Faciliter l'étude des classifications (formation des internes).
Planification chirurgicale	<ul style="list-style-type: none"> Apport de la planification : raccourcir le temps opératoire, saignement, temps d'utilisation de la scopie (irradiation). Apport dans la compréhension des fractures, classifications et anticipation des erreurs techniques. Amélioration de la qualité d'information au patient et de la communication avec les équipes chirurgicales. Planification de matériel (forme, nombre de vis, longueur de plaque, etc.). Diminution du stress au bloc opératoire.
Implants patient-spécifiques	<ul style="list-style-type: none"> Taille spécifique (réduire l'inadéquation entre implant et anatomie). Forme spécifique (greffe osseuse, adjuvants ostéo-inducteurs et ostéo-conducteurs, sites d'insertion tendineux ou ligamentaires). Biomatériaux spécifiques (polymères, titane, chrome-cobalt).
Guides de coupe patient-spécifiques	<ul style="list-style-type: none"> Assistance technique (temps, précision, sureté, reproductibilité, retour tactile). Amélioration du geste dans les ostéotomies et déformations complexes. Amélioration des coupes osseuses dans la prothèse totale de cheville (positionnement). Planification du matériel dans le même temps (vis ou implants patient-spécifiques). Rapport coût/efficacité.

Tableau I. Apports de l'impression 3D dans la chirurgie du pied et de la cheville rapportés dans la littérature. Données industrielles : mention passable !

L'ensemble des études utilisaient une acquisition tomographique (en décharge) en coupes millimétriques au préalable, une seule étude utilisant un micro-scanner pour une analyse fœtale [6]. Seulement un tiers de ces études utilisait une imprimante 3D « maison » issue d'un département ou laboratoire universitaire. Très peu d'études rapportaient les conditions réglementaires de stérilisation malgré l'implantation *in vivo*, et les données industrielles étaient largement absentes : 1/4 ne rapportait aucune donnée industrielle ; 1/3 ne renseignait ni l'imprimante 3D, ni le biomatériau utilisé ! Il nous paraît donc indispensable, avec l'équipe de CAOS France, de promouvoir la standardisation de la façon de rapporter les études issues de l'impression 3D (Figure 3). La fiabilité de ces techniques doit être validée par des essais précliniques ou des études tomographiques post-opératoires afin d'évaluer la précision des assistances opératoires et la conformité des objets imprimés vis-à-vis des modèles numériques planifiés [39].

Perspectives dans la planification chirurgicale et l'éducation

L'intérêt pédagogique suscité par l'impression 3D au pied et à la cheville n'est pas très valorisé par la littérature, bien que ce soit cet engouement pédagogique qui ait motivé la première étude publiée [1], et que les formations chirurgicales utilisant ces modèles imprimés soient par ailleurs très utiles. Au même titre que la simulation procédurale numérique, l'impression 3D a très clairement sa place pour une meilleure compréhension des déformations, la formation des plus jeunes aux techniques de reconstruction, de réduction, d'ostéosynthèse. Avant de s'imposer comme atout pédagogique, l'impression 3D devra justifier de son coût dans les programmes pédagogiques par son efficacité, notamment de transfert de compétence au bloc opératoire, comme cela a été le cas pour les simulateurs de réalité virtuelle [42]. Enfin, la planification chirurgicale aura probablement un rôle médico-légal vis-à-vis du patient en plus de son rôle sur le chirurgien.

Perspectives dans les implants patient-spécifiques

Les implants « sur-mesure » sont utiles dès lors qu'une forme, une taille, un biomatériau spécifique au patient semble nécessaire. Il est vrai que la chirurgie du pied et de la cheville s'y prête bien, compte-tenu de la grande variabilité de tailles et de formes osseuses, et de leurs intrications biomécaniques

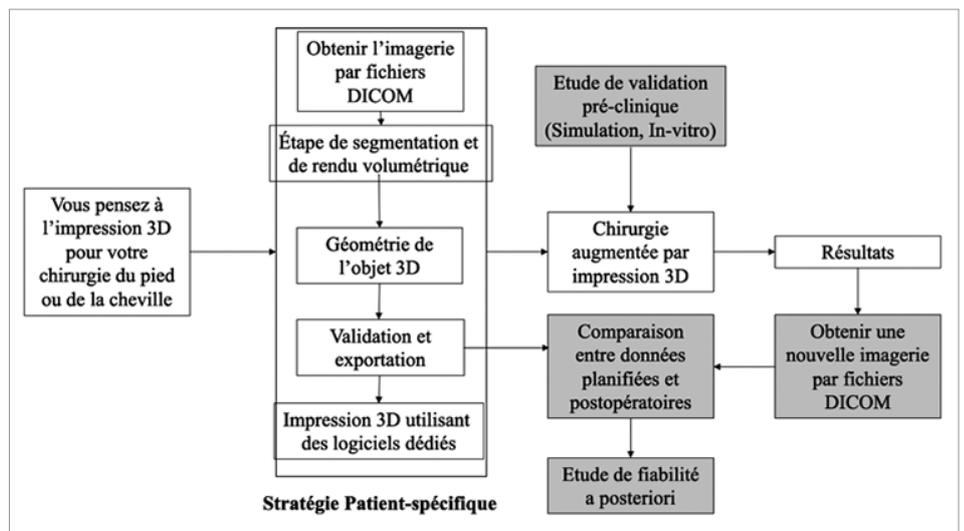


Figure 3. Chirurgie augmentée du pied et de la cheville par impression 3D : processus industriel et technologique avec moyens de validation préclinique et post-opératoire.

comparativement à d'autres régions ostéoarticulaires. L'intérêt de ces implants pour une conception de prothèse totale de cheville est justifié devant l'inadéquation entre les variations morphométriques talo-cruales et les faibles gammes des tailles d'implants [25]. En dehors de ces indications, ces implants sont réservés au sauvetage des cas complexes (pertes de substances osseuses massives, complications post-traumatiques et séquelles) [17-19, 21, 22]. L'efficacité de ces segments en forme de cage alvéolée reste à prouver, avec un nombre non négligeable de non-consolidation malgré les autogreffes, allogreffes et substituts osseux utilisés [43, 44]. Leur modèle économique est également à prendre en considération [31].

Conformer le pied à sa volonté par les guides de coupe

L'engouement des guides pour la réalisation des coupes lors de l'implantation d'une prothèse totale de cheville est important, en rapport avec un taux de révision mécanique inquiétant issu de certains registres à 5 et 10 ans de recul [45, 46]. La reproductibilité du positionnement des implants par rapport au positionnement considéré comme optimal a été évaluée de l'ordre de 3° dans les plans sagittal, frontal et rotatoire [28, 29]. Important, leur utilisation minimiserait la durée opératoire de 38 minutes en moyenne [31] et ne semble pas majorer l'apparition de géodes ou d'ostéolyses précoces [40]. L'assistance à la réalisation d'ostéotomies complexes fait également partie des indications phares de cette technologie, en évitant une résection osseuse

lente, progressive, quasi à l'aveugle dans un espace exigu. Dans cette indication, l'imagerie par scanner en charge (*Weight-bearing CT*) permettra demain de planifier la réelle correction angulaire d'un point de vue fonctionnel en utilisant les dernières données biométriques propres au patient [47]. Enfin, le questionnement autour du positionnement du guide de coupe et son adhérence à la surface osseuse en fonction du positionnement du pied durant l'intervention engendrera forcément une certaine imprécision, propre à la chirurgie du pied et de la cheville, à définir.

Louis DAGNEAUX

Auteurs de cet article

Louis Dagneaux, M.D. MSc⁽¹⁾, Julie Mathieu, M.D.⁽¹⁾, Aaron R Owen, M.D.⁽²⁾, François Lintz, M.D. MSc⁽³⁾, Jean Brilhault, M.D. PhD⁽⁴⁾, Carlos Maynou, MD PhD⁽⁵⁾, Marc-Olivier Gauci, MD PhD⁽⁶⁾ et CAOS France

1. Department of Orthopaedic Surgery, Lower limb Surgery Unit, Lapeyronie University Hospital, 371 av. Gaston Giraud, 34295 Montpellier cedex 05, France
2. Department of orthopaedic surgery, Mayo Clinic, 200 First street SW, Rochester, MN 55905
3. Department of Foot and Ankle Surgery, Union private hospital, Saint Jean, Toulouse, France
4. Department of Orthopaedic surgery, C.H.R.U Tours, Tours F-37000, France
5. Department of Orthopaedic surgery, C.H.R.U Lille
6. Department of Orthopaedic surgery, IULS, C.H.R.U Nice, France

Références

- [1] Kacal GM, Zanetti M, Amgwerd M, Trentz O, Seifert B, Stucki H, et al. Rapid prototyping (stereolithography) in the management of intra-articular calcaneal fractures. *Eur Radiol* 1997;7:187-91. <https://doi.org/10.1007/s003300050132>.

- [2] Lal H, Patralekh MK. 3D printing and its applications in orthopaedic trauma: A technological marvel. *J Clin Orthop Trauma* 2018;9:260–8. <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2018.07.022>.
- [3] Skelley NWm, Smith MJ, Ma R, Cook JL. Three-dimensional Printing Technology in Orthopaedics: *J Am Acad Orthop Surg* 2019;1. <https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-18-00746>.
- [4] Lal H, Patralekh MK. 3D printing and its applications in orthopaedic trauma: A technological marvel. *J Clin Orthop Trauma* 2018;9:260–8. <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2018.07.022>.
- [5] Vaishya R, Patralekh MK, Vaish A, Agarwal AK, Vijay V. Publication trends and knowledge mapping in 3D printing in orthopaedics. *J Clin Orthop Trauma* 2018;9:194–201. <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2018.07.006>.
- [6] Windisch G, Salaberger D, Rosmarin W, Kastner J, Exner GU, Haldi-Brändle V, et al. A model for clubfoot based on micro-CT data. *J Anat* 2007;210:761–6. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7580.2007.00732.x>.
- [7] Misselyn D, Nijs S, Fieuws S, Shaheen E, Schepers T. Improved Interobserver Reliability of the Sanders Classification in Calcaneal Fractures Using Segmented Three-Dimensional Prints. *J Foot Ankle Surg* 2018;57:440–4. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2017.10.014>.
- [8] Giovinco NA, Dunn SP, Dowling L, Smith C, Trowell L, Ruch JA, et al. A Novel Combination of Printed 3-Dimensional Anatomic Templates and Computer-assisted Surgical Simulation for Virtual Preoperative Planning in Charcot Foot Reconstruction. *J Foot Ankle Surg* 2012;51:387–93. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2012.01.014>.
- [9] Chung KJ, Hong DY, Kim YT, Yang I, Park YW, Kim HN. Preshaping Plates for Minimally Invasive Fixation of Calcaneal Fractures Using a Real-Size 3D-Printed Model as a Preoperative and Intraoperative Tool. *Foot Ankle Int* 2014;35:1231–6. <https://doi.org/10.1177/1071100714544522>.
- [10] Chung KJ, Huang B, Choi CH, Park YW, Kim HN. Utility of 3D Printing for Complex Distal Tibial Fractures and Malleolar Avulsion Fractures: Technical Tip. *Foot Ankle Int* 2015;36:1504–10. <https://doi.org/10.1177/1071100715595695>.
- [11] Jastifer JR, Gustafson PA. Three-Dimensional Printing and Surgical Simulation for Preoperative Planning of Deformity Correction in Foot and Ankle Surgery. *J Foot Ankle Surg* 2017;56:191–5. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2016.01.052>.
- [12] An TW, Michalski M, Jansson K, Pfeffer G. Comparison of Lateralizing Calcaneal Osteotomies for Varus Hindfoot Correction. *Foot Ankle Int* 2018;39:1229–36. <https://doi.org/10.1177/1071100718781572>.
- [13] Zhang Y-W, Xiao X, Xiao Y, Chen X, Zhang S-L, Deng L. Efficacy and Prognosis of 3D Printing Technology in Treatment of High-Energy Trans-Syndesmotankle Fracture Dislocation – “Log-Splitter” Injury. *Med Sci Monit* 2019;25:4233–43. <https://doi.org/10.12659/MSM.916884>.
- [14] Yao L, Wang H, Zhang F, Wang L, Dong J, 1 Department of Foot and Ankle Surgery, Ningbo No. 6 Hospital, Ningbo, 315040, China, et al. Minimally invasive treatment of calcaneal fractures via the sinus tarsi approach based on a 3D printing technique. *Math Biosci Eng* 2019;16:1597–610. <https://doi.org/10.3934/mbe.2019076>.
- [15] Foo GL, Kwek EBK. Are Three-Dimensional Printed Models Useful for Preoperative Planning of Tibial Plafond Fractures? *J Foot Ankle Surg* 2019;58:723–9. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2018.12.005>.
- [16] Chou LB. Prosthetic Replacement for Intramedullary Calcaneal Osteosarcoma: A Case Report 1998;19:5.
- [17] Hsu AR, Ellington JK. Patient-Specific 3-Dimensional Printed Titanium Truss Cage With Tibiotalocalcaneal Arthrodesis for Salvage of Persistent Distal Tibia Nonunion. *Foot Ankle Spec* 2015;8:483–9. <https://doi.org/10.1177/1938640015593079>.
- [18] Imanishi J, Choong PFM. Three-dimensional printed calcaneal prosthesis following total calcanectomy. *Int J Surg Case Rep* 2015;10:83–7. <https://doi.org/10.1016/j.ijscr.2015.02.037>.
- [19] Hamid KS, Parekh SG, Adams SB. Salvage of Severe Foot and Ankle Trauma With a 3D Printed Scaffold. *Foot Ankle Int* 2016;37:433–9. <https://doi.org/10.1177/1071100715620895>.
- [20] Smith KE, Dupont KM, Safranski DL, Blair JW, Buratti DR, Zeetser V, et al. Use of 3D Printed Bone Plate in Novel Technique to Surgically Correct Hallux Valgus Deformities. *Tech Orthop* 2016;31:181–9. <https://doi.org/10.1097/BTO.0000000000000189>.
- [21] Dekker TJ, Steele JR, Federer AE, Hamid KS, Adams SB. Use of Patient-Specific 3D-Printed Titanium Implants for Complex Foot and Ankle Limb Salvage, Deformity Correction, and Arthrodesis Procedures. *Foot Ankle Int* 2018;39:916–21. <https://doi.org/10.1177/1071100718770133>.
- [22] So E, Mandas VH, Hlad L. Large Osseous Defect Reconstruction Using a Custom Three-Dimensional Printed Titanium Truss Implant. *J Foot Ankle Surg* 2018;57:196–204. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2017.07.019>.
- [23] Chiu S-Y, Wan K-W. Use of Three-Dimensional Printing Techniques in the Management of a Patient Suffering From Traumatic Loss of the Talus. *J Foot Ankle Surg* 2019;58:176–83. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2018.08.008>.
- [24] Papagelopoulos PJ, Megaloikononimos PD, Korkolopoulou P, Vottis CT, Kontogeorgakos VA, Savvidou OD. Total Calcaneus Resection and Reconstruction Using a 3-dimensional Printed Implant. *Orthopedics* 2019;42:e282–7. <https://doi.org/10.3928/01477447-20190125-07>.
- [25] Belvedere C, Siegler S, Fortunato A, Caravaggi P, Liverani E, Durante S, et al. New comprehensive procedure for custom-made total ankle replacements: Medical imaging, joint modeling, prosthesis design, and 3D printing. *J Orthop Res* 2019;37:760–8. <https://doi.org/10.1002/jor.24198>.
- [26] Lachman JR, Adams SB. Tibiotalocalcaneal Arthrodesis for Severe Talar Avascular Necrosis. *Foot Ankle Clin* 2019;24:143–61. <https://doi.org/10.1016/j.fcl.2018.11.002>.
- [27] Tracey J, Arora D, Gross CE, Parekh SG. Custom 3D-Printed Total Talar Prostheses Restore Normal Joint Anatomy Throughout the Hindfoot 2019;12:10.
- [28] Berlet GC, Penner MJ, Lancianese S, Steniski PM, Obert RM. Total Ankle Arthroplasty Accuracy and Reproducibility Using Preoperative CT Scan-Derived, Patient-Specific Guides. *Foot Ankle Int* 2014;35:665–76. <https://doi.org/10.1177/1071100714531232>.
- [29] Hsu AR, Davis WH, Cohen BE, Jones CP, Ellington JK, Anderson RB. Radiographic Outcomes of Preoperative CT Scan-Derived Patient-Specific Total Ankle Arthroplasty. *Foot Ankle Int* 2015;36:1163–9. <https://doi.org/10.1177/1071100715585561>.
- [30] Ren X, Yang L, Duan X-J. Three-dimensional printing in the surgical treatment of osteoid osteoma of the calcaneus: A case report. *J Int Med Res* 2017;45:372–80. <https://doi.org/10.1177/0300060516686514>.
- [31] Hamid KS, Matson AP, Nwachukwu BU, Scott DJ, Mather RC, DeOrio JK. Determining the Cost-Savings Threshold and Alignment Accuracy of Patient-Specific Instrumentation in Total Ankle Replacements. *Foot Ankle Int* 2017;38:49–57. <https://doi.org/10.1177/1071100716667505>.
- [32] Daigre J, Berlet G, Van Dyke B, Peterson KS, Santrock R. Accuracy and Reproducibility Using Patient-Specific Instrumentation in Total Ankle Arthroplasty. *Foot Ankle Int* 2017;38:412–8. <https://doi.org/10.1177/1071100716682086>.
- [33] Duan X, He P, Fan H, Zhang C, Wang F, Yang L. Application of 3D-Printed Personalized Guide in Arthroscopic Ankle Arthrodesis. *BioMed Res Int* 2018;2018:1–8. <https://doi.org/10.1155/2018/3531293>.
- [34] Chen G, Han Q, Liu H, Zhang H, Jiang Z, Feng N, et al. Accurate Osteotomy for the Treatment of a Rare Case of Postaxial Polydactyly of the Foot That Originated From a Deformed Calcaneus Using a 3D-Printed Guiding Plate. *J Foot Ankle Surg* 2019;58:171–5. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2018.07.003>.
- [35] Sobrón FB, Benjumea A, Alonso MB, Parra G, Pérez-Mañanes R, Vaquero J. 3D Printing Surgical Guide for Talocalcaneal Coalition Resection: Technique Tip. *Foot Ankle Int* 2019;40:727–32. <https://doi.org/10.1177/1071100719833665>.
- [36] Xu J, He Z, Zhang G, Chen Y, Wei C, Zheng Y, et al. An experimental study on the digital precision of internal fixation

via the sinus tarsi approach for calcaneal fractures. *J Orthop Surg* 2019;27. <https://doi.org/10.1177/2309499019834072>.

[37] Duan X, Fan H, Wang F, He P, Yang L. Application of 3D-printed Customized Guides in Subtalar Joint Arthrodesis. *Orthop Surg* 2019;11:405–13. <https://doi.org/10.1111/os.12464>.

[38] Saito GH, Sanders AE, O'Malley MJ, Deland JT, Ellis SJ, Demetracopoulos CA. Accuracy of patient-specific instrumentation in total ankle arthroplasty: A comparative study. *Foot Ankle Surg* 2019;25:383–9. <https://doi.org/10.1016/j.fas.2018.02.008>.

[39] Gagne OJ, Veljkovic A, Townshend D, Younger A, Wing KJ, Penner MJ. Intraoperative Assessment of the Axial Rotational Positioning of a Modern Ankle Arthroplasty Tibial Component Using Preoperative Patient-Specific Instrumentation Guidance. *Foot Ankle Int* 2019;40:1160–5. <https://doi.org/10.1177/1071100719856548>.

[40] Escudero MI, Symes M, Bemenderfer TB, Barahona M, Anderson R, Davis H, et al. Does Patient-Specific Instrumentation Have a Higher Rate of Early Osteolysis Than Standard Referencing Techniques in Total Ankle Arthroplasty? A Radiographic Analysis. *Foot Ankle Spec* 2019. <https://doi.org/10.1177/1938640019828069>.

[41] Dagneaux L, Canovas F. 3D Printed Patient-Specific Cutting Guide for Anterior Midfoot Tarsectomy. *Foot Ankle Int* 2019. <https://doi.org/10.1177/1071100719882723>.

[42] Camp CL, Krych AJ, Stuart MJ, Regnier TD, Mills KM, Turner NS. Improving Resident Performance in Knee Arthroscopy: A Prospective Value Assessment of Simulators and Cadaveric Skills Laboratories. *J Bone Joint Surg Am* 2016;98:220–5. <https://doi.org/10.2106/JBJS.O.00440>.

[43] Hsu AR, Ellington JK. Patient-Specific 3-Dimensional Printed Titanium Truss Cage With Tibiotalocalcaneal Arthrodesis for

Salvage of Persistent Distal Tibia Nonunion. *Foot Ankle Spec* 2015;8:483–9. <https://doi.org/10.1177/1938640015593079>.

[44] Lachman JR, Adams SB. Tibiotalocalcaneal Arthrodesis for Severe Talar Avascular Necrosis. *Foot Ankle Clin* 2019;24:143–61. <https://doi.org/10.1016/j.fcl.2018.11.002>.

[45] Jeyaseelan L, Si-Hyeong Park S, Al-Rumaih H, Veljkovic A, Penner MJ, Wing KJ, et al. Outcomes Following Total Ankle Arthroplasty. *Orthop Clin North Am* 2019;50:539–48. <https://doi.org/10.1016/j.ocd.2019.06.004>.

[46] SwedAnkle. The Swedish Ankle Registry Annual Report 2017. Available at: <http://www.swedankle.se>. Accessed May 2019. n.d.

[47] Lintz F, Barton T, Millet M, Harries WJ, Hepple S, Winson IG. Ground Reaction Force Calcaneal Offset: A new measurement of hindfoot alignment. *Foot Ankle Surg* 2012;18:9–14. <https://doi.org/10.1016/j.fas.2011.01.003>.



La planification et la responsabilité médicale à l'épreuve de l'intelligence artificielle

Par **Charlotte SOUCI-GUEDJ**, Avocat, associée NMCG- droit de la santé et dommage corporel

Contexte actuel

La loi du 4 mars 2002 relative aux droits des malades et à la qualité du système de soins a posé les principes généraux de la responsabilité des professionnels et des établissements de santé, au nombre desquelles figurent l'obligation :

- d'information du patient (article L. 1111-2 du Code de la santé publique) ;
- de prodiguer aux patients les soins et thérapeutiques les plus appropriés, **au regard des connaissances médicales avérées** (L 1110-5 du CSP), des « *soins conformes aux données acquises de la science* » (Civ. 1^{re}, 6 juin 2000, Bull. n° 176).

Cette dernière obligation n'étant que de **moyens**, la réussite d'une prise en charge médicale ne pouvant être assurée compte tenu de l'aléa qu'elle comporte. Cela implique le principe d'une **responsabilité pour faute**.

La notion de Règles de l'Art conformes aux données acquises de la Science

Les principales sources des connaissances médicales relèvent des **Recommandations de Bonnes Pratiques (RBP) de la Haute Autorité de Santé (HAS)**, et de l'obligation pour le médecin de s'informer des progrès

de la médecine nécessaires à l'exercice de son art. Tout au long de sa carrière, le médecin doit « *entretenir et perfectionner ses connaissances* » en prenant « *toutes dispositions nécessaires pour participer à des actions de formation continue* » et en prenant part à « *l'évaluation des pratiques professionnelles* » (article R. 4127-11 du CSP).

Le recours à une technique innovante imposera au professionnel de santé une **obligation d'information élargie**. (Conseil d'Etat du 10 mai 2017, n° 387840.)

Comment les chirurgiens doivent-ils appréhender leurs obligations, face à l'émergence de l'intelligence artificielle ?

L'IA permet tout autant de planifier les interventions, par le biais d'une aide au diagnostic que par celui d'une assistance lors des interventions chirurgicales par exemple. Cependant, elle comporte de nombreuses inconnues, ainsi que des risques ne pouvant être exclus.

La France, mais aussi l'ensemble de la Communauté Européenne, se sont emparés du sujet depuis plusieurs années afin de trouver un juste compromis entre l'innovation technologique, la pleine utilisation des

bénéfices de l'intelligence artificielle et les risques que ces technologies pourraient engendrer. Cela couvre de vastes questions liées à la confidentialité des données, aux risques de discrimination ou encore aux préjudices corporels, matériels et immatériels qu'elle pourrait causer.

Dans le cadre de la réforme de la responsabilité civile, la question du droit de l'IA a été abordée par un groupe de travail sans qu'aucune piste abordée ne soit expressément retenue, émettant le souhait qu'une solution au niveau européen soit trouvée.

Quelles sont les mesures et dispositions européennes sur les technologies CAOS ?

En 2017, le Parlement Européen émettait déjà des **recommandations liées aux règles de droit civil sur la robotique** [1].

Le texte soulignait déjà, concernant les « **robots médicaux** », l'importance de fournir au personnel des soins de santé, dont les médecins et les aides-soignants, un enseignement, une formation et une préparation appropriés afin de s'assurer du plus haut niveau de compétence professionnelle possible et de protéger la santé des patients.

Il était ajouté : « *la nécessité de définir des exigences professionnelles minimales qu'un chirurgien devrait remplir pour qu'il lui soit permis d'utiliser des robots chirurgicaux lors d'une opération* ».

Estimant comme « *essentiel de respecter le principe de l'autonomie supervisée des robots, selon lequel la programmation initiale des soins et le choix final de leur exécution restent toujours dans la sphère décisionnelle du chirurgien* ».

Le Parlement considérait déjà que le **rapport médecin/patient se devait d'être préservé**.

Les technologies CAOS devant représenter une aide au diagnostic et aux soins, dans le but de réduire le risque d'erreur humaine et d'améliorer la qualité et l'espérance de vie.

La volonté de l'Europe étant de prévenir les risques tout en favorisant l'innovation.

Dans son rapport du 19 février 2020 [2], accompagné d'un Livre blanc sur l'IA [3], la Commission Européenne a, pour l'heure, écarté l'idée évoquée de conférer aux appareils ou aux systèmes autonomes une personnalité juridique.

Le principe posé étant celui que les **dommages pouvant être causés par l'utilisation des systèmes d'intelligence artificielle peuvent et doivent être imputables à des personnes ou à des organismes existants**.

Parmi les options réglementaires abordées, on pourra noter celles des **exigences obligatoires basées sur les risques pour les applications à haut risque, ainsi que la sécurité et la responsabilité**.

Cette dernière question soulève la nécessité pour l'Union Européenne de voir évoluer sa législation sur la responsabilité du fait des produits, par le biais d'une clarification quant aux responsabilités en jeu : **développeur, fabricant, producteur, utilisateur**.

Ces questions ont plus récemment encore été soulevées le 20 octobre 2020 [4] par le Parlement Européen.

Aux termes de ses résolutions sur le **régime de responsabilité civile pour l'IA**, adoptée par le Parlement européen, une définition des systèmes d'IA a été proposée, détaillant le principe de l'autonomie et posant **ensuite la définition du système d'IA à haut risque comme étant un : « risque important, dans un système d'IA opérant de manière autonome, de causer un préjudice ou un dommage à une ou plusieurs**

personnes d'une manière aléatoire et qui va au-delà de ce à quoi l'on peut raisonnablement s'attendre ; l'importance de ce risque dépend de l'interaction entre la gravité de l'éventuel préjudice ou dommage, le degré d'autonomie de décision, la probabilité que le risque se concrétise, la manière dont le système d'IA est utilisé et le contexte de l'utilisation ».

Le domaine de la santé serait ainsi **naturellement concerné par les systèmes d'intelligence artificielle à haut risque**.

Les enjeux dans le domaine de la santé sont par conséquent immenses et soulèvent des questions essentielles, notamment en termes de responsabilité.

En pratique : la responsabilité objective du chirurgien dans l'utilisation de l'IA

C'est ainsi que le Parlement a adopté un règlement (article 4) prévoyant un régime de **responsabilité objective** (c'est-à-dire sans faute) **du fait des systèmes d'IA à haut risque, dont le domaine de la santé, pesant notamment sur les opérateurs d'un système d'IA, qu'il soit opérateur frontal ou opérateur d'amont**.

L'opérateur frontal étant toute personne, morale ou physique, qui exerce un certain **contrôle sur un risque associé à l'exploitation et au fonctionnement du système d'IA et tire profit de son exploitation**.

Le médecin libéral, ou l'établissement de soin, étant au regard de la présente définition, opérateur frontal, ce qui restera à confirmer aux termes de textes de doctrines et de jurisprudences qui ne tarderont pas à émerger.

L'article ajoute en outre l'**obligation pour l'opérateur frontal d'un système d'IA à haut risque de souscrire une assurance responsabilité adéquate aux montants et à l'étendue de l'indemnisation**.

Les autres systèmes d'IA resteraient fondés sur un régime de responsabilité pour faute, avec néanmoins inversion de la charge de la preuve. (Ces autres systèmes ne concernant cependant pas le domaine de la santé tel qu'il est abordé ici.)

Les obligations d'information et de consentement

De son côté, la Haute Autorité de Santé [5] a récemment rappelé qu' : « **Aucun acte médical ni aucun traitement ne peut être pratiqué sans le consentement libre et éclairé de la personne et ce consentement peut être retiré à tout moment** »

(article L.1111-4 du CSP). Le projet de loi bioéthique de 2019 [6] intègre un article 11 spécifique sur l'utilisation de l'IA dans un cadre médical, créant un nouvel article L. 4001-3 dans le Code de la Santé publique, visant notamment à **l'information du patient par le professionnel de santé quant à l'utilisation et aux modalités d'action des traitements algorithmique de données massives**.

Les dispositions précitées ne figurant cependant pas encore au Code de la Santé publique.

Dès qu'elles le seront, les principes énoncés supra, et discutés au niveau Européen, seraient ainsi consacrés, à savoir un droit à l'information sur l'utilisation d'un dispositif d'IA, un droit à une intervention humaine, responsable.

Le chirurgien faisant usage d'un système d'IA se doit, par conséquent, non seulement d'informer son patient mais doit également avoir la capacité d'intervenir sur l'utilisation du traitement algorithmique, en n'en modifiant les paramètres. La machine n'ayant pour l'heure, pas vocation à remplacer le pouvoir décisionnel du chirurgien, qui reste directement, ou par le biais de l'établissement de soins au sein duquel il exerce, responsable en cas de dommage.

Il sera ainsi nécessaire que le médecin, pour dispenser une information claire, complète et loyale, qu'il comprenne lui-même les modalités d'actions du traitement algorithmique.

La formation des chirurgiens aux bases des technologies CAOS devient donc urgente !

Charlotte SOUCI-GUEDJ

Références

- [1] Résolution PE du 16 février 2017 (2015/2103).
- [2] Rapport sur les conséquences de l'intelligence artificielle, de l'internet des objets et de la robotique sur la sécurité et la responsabilité du 19.02.2020.
- [3] Livre Blanc Intelligence artificielle ; 19 février 2020.
- [4] Résolution PE du 20 octobre 2020 (2020/2014). Régime de responsabilité civile pour l'intelligence artificielle.
- [5] HAS, 13 mars 2020. Implications juridiques et éthiques des algorithmes d'intelligence artificielle dans le domaine de la santé.
- [6] Projet de loi bioéthique.



International Society for Computer Assisted Orthopædic Surgery

Par **Klaus RADERMACHER**, Secrétaire Général de CAOS international (Allemagne)
et **Guillaume DARDENNE**, Directeur de recherche au LATIM (Inserm U1011, Brest),
Membre de CAOS international, Trésorier de CAOS France

La mission de la Société Internationale de Chirurgie Orthopédique Assistée par Ordinateur (CAOS International) [1] a pour objectif de créer et favoriser un lien étroit entre la réalité clinique en orthopédie, la recherche fondamentale et l'ingénierie et ceci afin de faire émerger, développer et valider des solutions innovantes, reposant sur les nouvelles technologies, qui puissent permettre au chirurgien orthopédiste de prodiguer de meilleurs soins.

À ce jour, de nombreuses solutions existantes dans le domaine sont le fruit d'échanges réalisés au sein de cette société savante internationale entre les chercheurs, les ingénieurs, les industriels et les chirurgiens impliqués.

Pour continuer à favoriser la fertilisation et l'émergence de nouveaux concepts et idées

répondant pleinement à un besoin clinique, différents événements sont organisés au cours de l'année, notamment *les groupes de discussion thématiques, les réunions annuelles interdisciplinaires*, ou encore **le prestigieux congrès international** se tenant habituellement au mois de juin, dans différents lieux qui démontrent un dynamisme reconnu dans le domaine.

Nous pouvons citer par exemple New-York en 2018 ou encore Pékin en 2019. Le prochain congrès qui devait se dérouler à Brest, en France, du 9 au 10 juin 2021 [2] a été repoussé à cause du contexte sanitaire actuel et aura lieu à Brest, du 8 au 11 juin 2022.

Chaque année, le prix M.E. Müller pour l'excellence en chirurgie assistée par ordinateur y est décerné et plusieurs chirurgiens et chercheurs français ont d'ailleurs été primés [3].

La société CAOS INTERNATIONAL noue également des coopérations très étroites avec des industriels et des start-ups innovantes pour continuer à promouvoir l'essor de nouveaux concepts et faciliter le transfert des innovations vers des produits commerciaux utilisables en routine clinique.

Klaus RADERMACHER,
Guillaume DARDENNE

Références

[1] <https://caos-international.org/>

[2] <https://caos2021.com/>

[3] <https://caos-international.org/about-us/#mueller-award>

Dans cette série de podcasts, la SOFCOT vous propose de revenir sur les grandes innovations qui impactent et impacteront la pratique de la chirurgie orthopédique. À la lumière des avancées actuelles, quelles attentes pouvons-nous formuler ? Comment ces innovations vont changer notre pratique quotidienne ? Et quels bénéfices pour la prise en charge de nos patients ?

Chaque épisode aborde une tendance, une innovation qui fait ou fera bouger notre pratique de la chirurgie orthopédique.

1^{er} épisode

#EP1 - L'IA en orthopédie : une évolution très naturelle

Dans cet épisode, nous recevons deux invités : Marc-Olivier Gauci et Nicholas Ayache.

<https://podcast.ausha.co/demain-l-orthopedie-le-podcast-de-la-sofcot/l-ia-en-orthopedie-une-evolution-tres-naturelle>

Les podcasts de la SOFCOT



2^e épisode

#EP2 - Big data en orthopédie : ces informations qui se cachent dans nos blocs opératoires

Marc-Olivier Gauci invite Matthieu Ollivier à clarifier ce terme en lui posant une première question : « À partir de quelle quantité peut-on considérer que les data sont « big » ? ». Sur le sujet des spécificités liées aux méga-données, Matthieu Ollivier aborde l'hébergement, la sécurité et l'exploitation de ces données.

<https://podcast.ausha.co/demain-l-orthopedie-le-podcast-de-la-sofcot/big-data-en-orthopedie-ces-informations-qui-se-cachent-dans-nos-blocs-operatoires>

3^e épisode

#EP3 - Modélisation en orthopédie : voyage vers de nouvelles dimensions

Marc-Olivier Gauci, questionné par Matthieu Ollivier, nous éclaire sur cette modélisation. Encore faut-il bien définir les référentiels d'analyse. La planification chirurgicale a permis de comprendre que plus que l'implant lui-même, c'est la façon de le poser qui est important. C'est ce nouveau point de vue en 3D qui est responsable des progrès effectués ces 10 dernières années. Enfin, les jeunes chirurgiens bénéficient maintenant de ces nouveaux outils très performants pour apprendre plus vite et surtout mieux.

<https://podcast.ausha.co/demain-l-orthopedie-le-podcast-de-la-sofcot/modelisation-en-orthopedie-voyage-vers-de-nouvelles-dimension>

Apport de l'école d'orthopédie montpellieraine dans la fixation externe du squelette : évocation historique, un devoir de mémoire

Par **François BONNEL**, Professeur Emérite d'anatomie, faculté de médecine Montpellier, Clinique Beau Soleil, Montpellier - E-mail : profbonnel@free.fr, **Jacques VIDAL**, Professeur Emérite, faculté de médecine Montpellier, et **José ADREY**, Chirurgien Orthopédiste

Depuis la plus haute antiquité avec les médecins égyptiens, les fractures des os longs avec ouverture cutanée étaient traitées par des contentions externes avec des attelles en bois de palme. A titre d'exemple, nous avons observé, dans le cadre du conservatoire d'anatomie de Montpellier, sur une momie égyptienne copte du 4^e siècle après JC des fractures complexes ouvertes déplacées des deux tibias stabilisés par des attelles en bois de palme (Figure 1).

La Faye, en 1753 dans les mémoires de l'Académie de Chirurgie, avait mis l'accent sur la prise en charge médicale des « combattants qui donnaient leur vie pour la défense de l'État avec usage d'une attelle d'immobilisation externe » permettant les soins locaux (Figure 2).

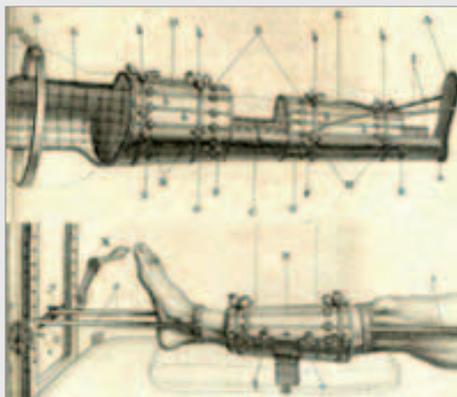


Figure 2. Représentation d'un appareil de fixation externe pour fracture de jambe chez un soldat au 17^e siècle.

La fatalité était que l'évolution naturelle de ces fractures ouvertes allait vers des complications qu'Hippocrate avait décrit avec des infections putrides cliniquement très proches de la gangrène gazeuse telle qu'elle sera définie plus tard. Au XVI^e siècle, Ambroise Paré consignait des observations sur les plaies de guerre dans un ouvrage de 1545 avec des descriptions cliniques détaillées attestant une bonne connaissance de la pathologie gangréneuse. Au cours des campagnes de l'armée

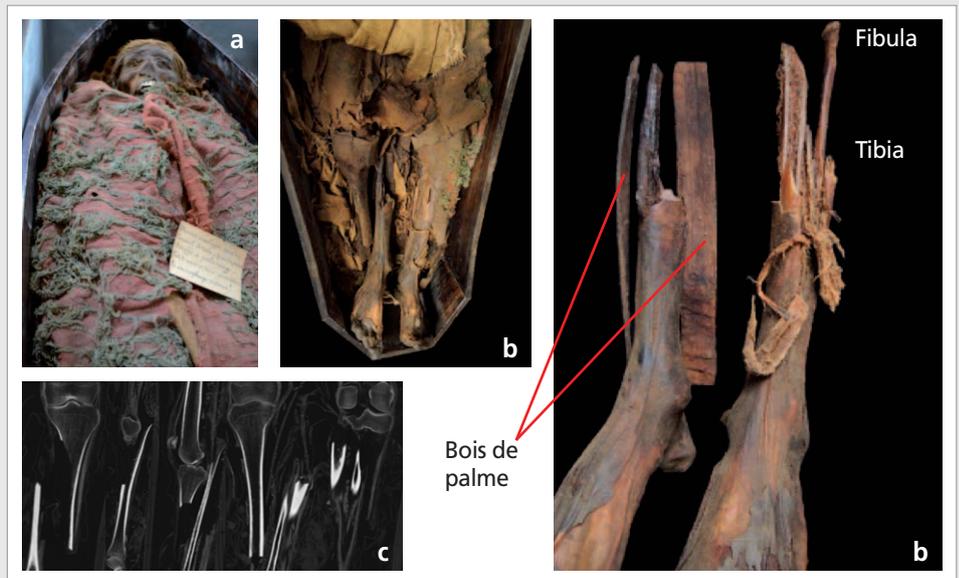


Figure 1. Momie d'une jeune fille de l'époque égyptienne Copte du 4^e siècle avec fracture des jambes immobilisées par des attelles en bois de palme. (Conservatoire anatomie). a : momie dans le cercueil ; b : fracture des deux jambes avec les attelles en bois de palme ; c : contrôle par tomodensitométrie qui montre les lésions complexes avec les grands déplacements et en particulier la luxation tibio-fibulaire en proximal.

de Napoléon, Larrey consacrait dans ses mémoires deux chapitres aux gangrènes traumatiques observées chez les blessés de la campagne d'Espagne (1808) ou l'amputation était la règle selon les préceptes de « avec amputation d'un ou deux membres. J'en ai pratiqué dans les premières 24 heures, environ 200... ». Avec un diagnostic sémiologique dont « les gaz signalés par la sonorité tympanique très spécifique était rendue par le passage du rasoir sur la peau ».

Lorsque le blessé en réchappait, ces fractures ouvertes se compliquaient fréquemment d'infection avec persistance d'un trajet fistuleux qui avait conduit Delpech (1777-1832) à Montpellier à traiter la « pourriture à l'hôpital » par l'utilisation de thermocautères métalliques de forme différente portés au rouge à 200° et appliqués sur ces trajets fistuleux dont on imagine la souffrance des patients et surtout l'inefficacité sur le long terme (Figure 3).



Figure 3. Panoplie des thermocautères portés au rouge à 200° utilisés par Delpech ; notez la forme destinée à traiter les trajets ostéitiques fistulisés adaptés (Conservatoire anatomie).

Risque infectieux et fracture

Une prise de conscience des médecins vis-à-vis de ces évolutions catastrophiques a entraîné des réflexions sur les façons d'y remédier sur le plan infectieux et chirurgical et avaient fait l'objet de la thèse d'agrégation

d'E. Forgue (1886), médecin militaire de l'Hôpital du Val de Grace puis à Montpellier, affirmant : « *la spécificité microbienne et la spécialité symptomatique définissent la septicémie gangréneuse* ». La pertinence et la précision de ses recherches sur les pathologies gangréneuses l'avaient amené à un degré de connaissance très avancé. Dès le début du premier conflit mondial, cette pathologie était reconnue comme la complication la plus redoutable des plaies de guerre en raison du taux de mortalité dépassant les 50 %. Dans son mémoire (prix de chirurgie militaire en 1894) sur l'antisepsie chirurgicale dans les formations sanitaires de l'avant, il rappelait quelques directives sur le blessé qui doit être au plus tôt relevé et transporté : le transport prime le pansement. « *On ne saurait trop le répéter, disait Percy, le premier secours et la première consolation que doit recevoir un blessé, c'est d'être enlevé promptement et commodément* ». S'il était un précepte dont l'observation était capitale en chirurgie de guerre, c'était celui de Volkmann : le premier pansement tranche le sort du malade et décide de la marche de la plaie. Il insistait sur la qualification des intervenants pour la réalisation des pansements en urgence : « *Or, sur le terrain de la lutte, quelle antisepsie sérieuse sera réalisable ? Admettons que le matériel de la musette de pansement, bien close et imperméable puisse, une fois déballé et sorti de ses enveloppes parcheminées, conserver un état de propreté suffisante, nous ne disons pas d'asepsie. Acceptons encore qu'en raison de son excellente fabrication et de son enveloppement parfait, le paquet individuel reste, même après les souillures des bivouacs et des dures campagnes, garanti contre la pluie, la poussière, les imbibitions malpropres. Il manquera toujours à cette antisepsie de la première heure, cette condition majeure : l'asepsie des mains. C'est une des notions les plus difficiles à faire pénétrer dans l'esprit des gens peu instruits, des ruraux surtout, parmi lesquels se recrute la majorité de nos brancardiers, que cette importance de la désinfection manuelle et l'instruction de ce personnel doit viser avec insistance ce point particulier* ». Le plus souvent ces fractures articulaires ou diaphysaires compliquées aboutissaient à l'amputation (Figure 4).

Les dogmes d'Ollier contestés

Avant 1914, les travaux d'Ollier sur la régénération osseuse avaient donné, dans des circonstances particulières, des repousses osseuses au niveau des articulations. Il avait

montré que normalement chez l'adulte, le périoste perd ses propriétés ostéogéniques après 16, 18, 20 ans, le périoste cesse d'être fertile et il ne peut le redevenir que sous l'influence d'une « *irritation pathologique* ». Farabeuf, qui avait étudié cette question des résections, n'était pas moins affirmatif : « *le périoste normal, sain, physiologique, non modifié par plusieurs jours d'inflammation, n'a de puissance ostéogénique patente que chez les jeunes sujets, c'est-à-dire pendant la période d'accroissement en épaisseur* », préfiguration de la membrane induite de Masquelet ?

Chez l'adulte, dans les plaies de guerre, la régénération osseuse après esquillectomie large, n'était prévisible que par l'existence d'une inflammation préexistante, d'une irritation pathologique ayant pu réveiller le pouvoir ostéogénique disparu du périoste. Or, Ollier, précisant les conditions de cette dernière, a eu soin de mettre en garde sur ce que « *l'irritation nécessaire portant sur des tissus déjà épuisés et au repos depuis longtemps au point de vue de la prolifération cellulaire, le processus est lent, incertain et a exposé à des perturbations nombreuses* ». Ainsi, alors même que le périoste a été réactivé irritativement, la régénération osseuse présentera des aléas. Il a montré que ces aléas pourraient être singulièrement réduits grâce à certains facteurs. Le premier, et le plus important, était le temps écoulé depuis la blessure, dont la durée commande l'action irritative exercée par l'inflammation, c'est cette considération qui avait fait préconiser l'esquillectomie secondaire dans les lésions osseuses de guerre. Il est un autre facteur qui semble avoir été oublié avec la différence entre la réaction d'un périoste irrité directement après mise à nu par ablation du fragment osseux qu'il recouvrait, et celle d'un

périoste irrité indirectement par l'intermédiaire de l'os attenante laissé en place. Ollier insistait sur « *l'irritation indirecte du périoste, c'est-à-dire celle qui lui est transmise à travers la couche osseuse périphérique est généralement la plus féconde au point de vue de l'ossification* ». L'esquillectomie primitive supprime le mode le plus actif de réactivation du périoste et prive la régénération osseuse d'un de ses grands éléments de succès. Dans ce but, il avait recours à plusieurs substances, notamment l'iodoforme, l'essence de térébenthine, sans résultat. Il en découlait que l'esquillectomie large dans les premières heures devait être proscrite dans l'immense majorité des cas. Cette technique qui, au début de la guerre, a rendu de grands services, qui a pu sauver beaucoup de membres et pourra s'imposer encore dans certaines circonstances, exposait à la non-consolidation ultérieure et, pour le moins, au raccourcissement. Les faits montrent que l'esquillectomie large primitive, faite vraiment primitive avant les douze à vingt-quatre premières heures, ne permet pas de compter sur la régénération de l'os par un périoste adulte non réactivé, faute pour celui-ci d'une irritation infectieuse préalable suffisante. Au contraire, l'esquillectomie large reprend tous ses droits pour les chirurgiens de l'arrière, qui reçoivent les blessés après 24-48 heures : elle constitue une opération logique, sûre et dont les bons résultats ont été bien mis en évidence par Riche. Mais il s'agit alors d'une esquillectomie secondaire qu'Ollier avait préconisée pour les blessures de guerre. Statistiquement, sur 37 746 fractures balistiques du fémur dans les hôpitaux d'étapes ou de l'intérieur traitées par l'esquillectomie large primitive, 10 908 cas ont dû être amputés secondairement en raison d'un membre fonctionnellement inutile.

Tout n'était pas fini quant à la prophylaxie du shock, il restait la prévention de l'infection du foyer de la blessure. Les causes de mortalité d'origine infectieuse à la suite d'une plaie balistique étaient par gangrène gazeuse de 9 337 cas, septicémies 15 955 et tétanos 6 050. D'autres complications infectieuses étaient observées avec des abcès 406 cas, des phlegmons 1043, des arthrites 804 et des ostéites 2 558. En 1917, T. Tuffier précisait « *Dans la statistique générale actuelle relevée au ministère et portant sur 29 139 amputations faites sur le front ou dans le territoire, nous relevons 13 400 cas d'infection certaine c'est-à-dire d'amputations retardées pour infection soit 45,98 % dont 2 295*

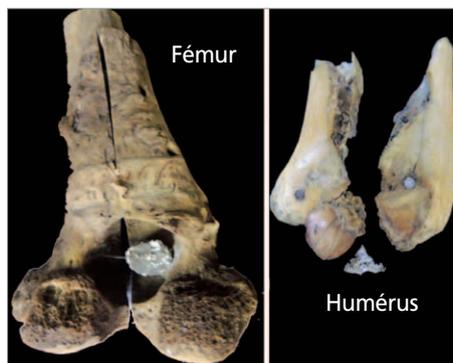


Figure 4. Pièce anatomique de plaie balistique du fémur et humérus distal traitée par amputation (Conservatoire anatomie).

gangrènes gazeuses soit 17,12 % ». Dans les hôpitaux militaires, d'après Böhler, 90 % des fractures du fémur par coup de feu était infectées, la mortalité au début de 80% et plus tard de 42 %.

C'est devant cet impasse thérapeutique qu'une nouvelle ère chirurgicale allait s'écrire.

1. Les prémices des ostéosyntheses externes et infections

Comme beaucoup de progrès, c'est dans ces périodes de conflits armés que des initiatives thérapeutiques avec des méthodes de stabilisation externe multiple ont été proposées. Les très grands nombres de blessés au début du conflit et les lésions provoquées dépassaient les connaissances des chirurgiens habitués à traiter des lésions de la pratique civile. Leur expérience livresque était basée sur les comptes-rendus des guerres de la période Napoléonienne.

L'ostéosynthèse interne en milieu infectieux étant contre-indiquée, une nouvelle procédure par fixation externe d'une fracture était proposée par J.F. Malgaigne en 1840 pour une fracture de jambe utilisant avec une simple pointe métallique implantée dans l'os et fixée à un anneau entourant le membre comme un brassard (Figure 5).

En 1843, il perfectionnait son montage et immobilisait une fracture transversale de rotule par une double griffe réunie par des tubes métalliques. Une nouvelle approche thérapeutique était relayée par Roux (1858) et Ollier (1868) qui augmentaient la stabilité par le biais d'attelles externes reliées à une pointe appuyée sur l'os (Figure 6). Rigaud (1870) utilisait deux vis à bois mordant une seule corticale solidarisées par une simple ficelle dans les fractures de l'olécrane.

Cette technique, améliorée par Berenger-Feraud, reliait plusieurs vis dans les fractures comminutives, les unissant grâce à des bandelettes de collodion, de cire ou du plâtre. Parkhill utilisa de longues vis unies de chaque côté du foyer par deux demi-plaques solidarisées par une troisième plaque perpendiculaire (Figure 7).

Le premier dessin de fixateur externe avec une orientation de stabilisation efficace du foyer de fracture était conçu par Lambotte en 1902 (Figure 8). C'est au Congrès Belge de Chirurgie à Bruxelles qu'il présentait son matériel pour la première fois : « Il y a trois ans, j'avais poursuivi l'idée de pratiquer une ostéosynthèse par voie sous-cutanée. L'avenir

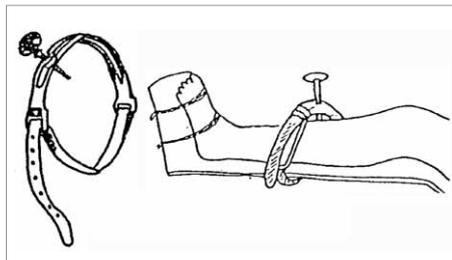


Figure 5. Fixateur de Malgaigne.

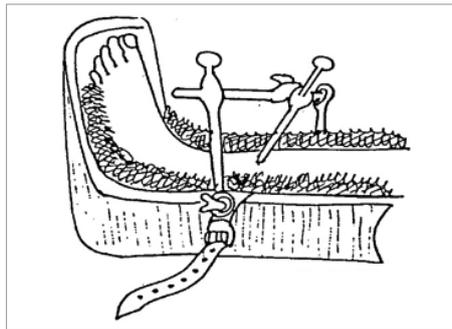


Figure 6. Appareil d'Ollier.

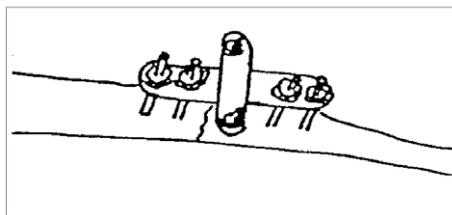


Figure 7. Bone-clamp de Parkhill.

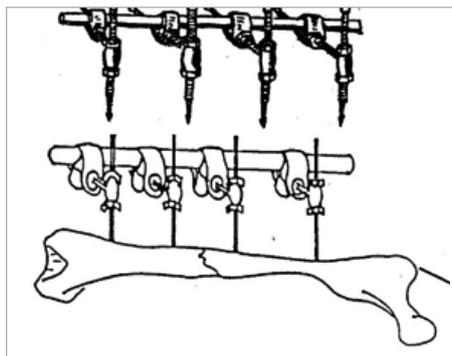


Figure 8. Fixateur de Lambotte.

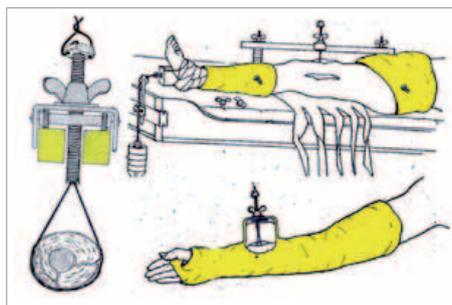


Figure 9. Méthode d'immobilisation d'une fracture après traumatisme balistique.

de cette méthode me paraissait pleine de promesses. En effet, pouvoir fixer d'une façon mathématique les fragments dans leur position normale sans faire de plaie, sans cicatrice notable, serait une méthode idéale. C'est en poursuivant la solution de ce problème que j'ai imaginé le fixateur. Je me proposais d'enfoncer sous-cutanément des vis dans les fragments, puis de les réunir à un tuteur externe. Grâce à un système combiné de vis, je devais théoriquement arriver à manœuvrer les fragments dans tous les sens et, avec le secours de la radioscopie, obtenir la coaptation idéale ». Le fixateur externe comprenait 2 fiches métalliques de fixation osseuse par fragment, filetées à leur extrémité, chacune se réunit à une pièce métallique en forme de T dont la branche horizontale courte et creuse reçoit la fiche qui est bloquée par 2 écrous. La branche longue, qui est filetée s'engage dans une bague de serrage qui se fixe sur un tube en acier placé parallèlement à l'os fracturé et forme ainsi une attelle. Les difficultés considérables à obtenir une réduction parfaite amenèrent l'auteur à travailler à ciel ouvert, le fixateur est mis en place sur une fracture préalablement réduite. Malgré les nombreux incidents inhérents à la mauvaise qualité du matériel de fixation et à la difficulté de réduction, de nombreux auteurs portèrent leur attention sur l'aspect positif de la méthode. Le matériel fut modifié et allégé. Juvara (1914) proposait un modèle plus léger caractérisé par la présence de guides permettant la mise en place rapide et exacte des fiches.

Pour éviter le déplacement angulaire, Gentil réalisait un montage avec une traction collée dans l'axe qui encochait la diaphyse du membre complété par une traction verticale à l'aide d'un fil d'acier prenant appui sur une barre métallique longitudinale fixée à ses deux extrémités sur des colliers en plâtre de part et d'autre du foyer de fracture (Figure 9). Ce type de montage présageait des futurs modèles de fixateurs externes dont celui de Lambotte en 1902 qui sera peu utilisé.

Ce rappel historique pourrait paraître futile s'il ne témoignait pas de la réflexion de ces orthopédistes pionniers sur les épaules desquels on est assis. C'est dans ce devoir de mémoire, et pour rendre hommage à tous ces inconnus « poilus », que les médecins de la Faculté de Médecine Montpellier se sont investis pour atténuer leur souffrance et leur procurer des soins dans des conditions

difficiles « *la balle est folle et ne respecte pas toujours le brassard de Genève* » (Forgue). L'évaluation des lésions osseuses en l'absence de contrôle radiographique a été leur premier objectif. La connaissance des lésions provoquées par ces armes et obus était méconnue et reposait, dans le cadre de la chirurgie de guerre, sur le conflit franco-allemand de 1870 où les balles à vitesse lente provoquaient des trajets rectilignes et peu souillés et la chirurgie comportait un simple pansement avec éventuellement extraction du projectile. J. Delmas (anatomiste) sollicitait E. Forgue (Médecin Principal, chirurgien consultant des armées) pour réaliser une expérimentation sur les dégâts osseux induits principalement par les balles du fusil Lebel. C'est ainsi qu'à tous les niveaux des membres thoracique et pelvien on obtenait des lésions osseuses comminutives qui rendaient difficile tout concept thérapeutique conservateur (Figure 10).

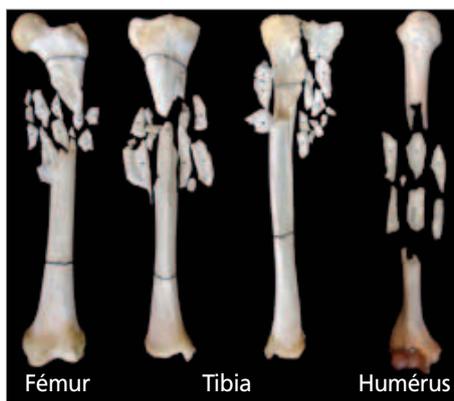


Figure 10. Types de lésions osseuses expérimentales réalisées par Forgue avec un fusil Lebel. (Conservatoire anatomie).

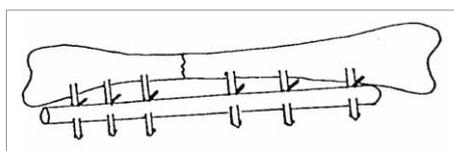


Figure 11. Fixateur externe de Boever.

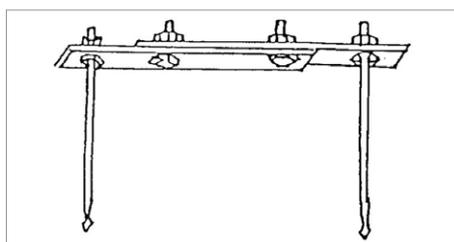


Figure 12. Fixateur externe de Chailier.

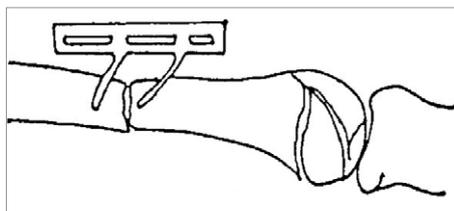


Figure 13. Fixateur externe d'Ombredanne.

(Figure 16). C'était le véritable précurseur du fixateur d'Hoffmann.

Anderson (1934) introduisit la notion d'un fixateur externe destiné à l'allongement des membres, mais avec une stabilité mécanique insuffisante et des complications importantes il fut abandonné, bien que modifié par Strarder (1937) autorisant la réduction de la fracture à foyer fermé et dont l'application trop délicate sera interdite. Judet (1934), supprimant l'utilisation d'un guide pour l'introduction des broches, orifice rempli par le tuteur lui-même, développait deux notions importantes : les fiches étaient fixées dans la deuxième corticale et atténuait la tension de la peau autour des fiches, facteur d'infection (Figure 17).

Hoffmann (1938) fait la synthèse des différents modèles de fixateurs externes existants et introduit la notion « d'ostéotaxis ». L'emploi d'une poignée à rotule solidarise

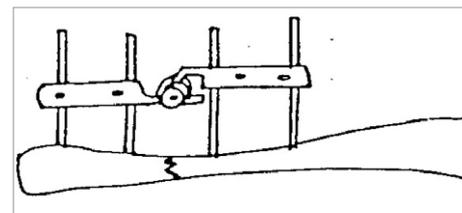


Figure 14. Fixateur externe de Joly.

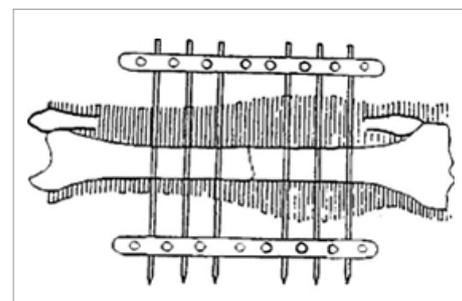


Figure 15. Fixateur externe de Cuendet.

Il était nécessaire de trouver d'autres méthodes d'ostéosynthèse externe plus performantes. Boever (1914) utilisait les premières fiches en acier inoxydable (Figure 11). Ombredanne (1924) appliquait ces principes en pédiatrie, modifiant le crampon extensible de Chailier (deux longues vis fixées à deux plaques perforées pouvant glisser l'une sur l'autre et permettant la mobilité du montage (Figure 12)) en utilisant de l'acier malléable autorisant le modelage des plaques et la torsion des fiches et ainsi la correction d'un déplacement éventuel (Figure 13). Cette maniabilité acquise aux dépens de la solidité limitait son rôle aux fractures de l'enfant. En 1931, Verbrugge modifiait l'appareil de Lambotte en simplifiant les pièces de raccordement directement solidaires du tuteur. Goossens (1931), avec des rotules placées à la jonction de chaque fiche avec sa barre d'union, ne corrigeait au maximum que dans deux plans de l'espace. Joly (1933) avec un appareil permettant ces corrections avec deux barres d'union solidaires d'un fragment osseux et, entre celles-ci, une rotule permettait la modification des positions relatives des segments osseux (Figure 14). Cuendet (1933) eu l'idée d'une fixation double utilisant des broches transfixiant l'os de part et d'autre de la fracture et permettant de placer une barre d'union de chaque côté (Figure 15).

En 1935, Lamarre et Larget réalisaient sur le fémur un cadre quadrangulaire au moyen de fiches placées dans deux plans perpendiculaires et réunies entre elles par quatre barres, deux horizontales et deux verticales

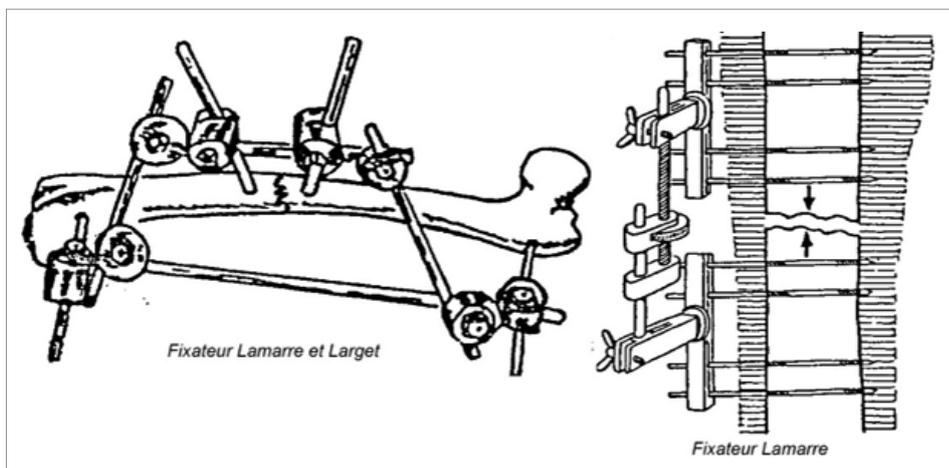


Figure 16. Fixateur externe de Lamarre et Larget..

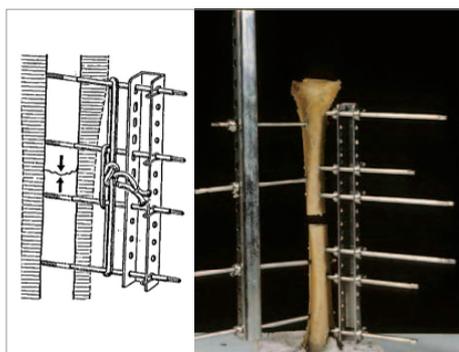


Figure 17. Fixateur externe de Judet.

les fiches en s'appuyant sur un même fragment osseux. C'est en « jouant » sur ces poignées à rotule, et uniquement par des manœuvres externes, que l'opérateur peut modifier les rapports des segments osseux dans les 3 plans de l'espace avec possibilité de réduction primitive à foyer fermé du déplacement fracturaire. L'ostéotaxis : « chaque fragment non réduit d'une fracture est muni d'un groupe de fiches transcutanées sur lesquelles on monte de courtes attelles portant une rotule, attelles baptisées « poignées » parce que justement elles permettent « d'empoigner » le squelette. Elles servent à la réduction, suivie immédiatement de la contention par blocage instantané des rotules sur une barre d'union et nous rendent « maître » du squelette car notre action sur celui-ci s'exercera librement dans toutes les directions ». Cependant, il n'a jamais été proposé d'assurer de façon systématique la contention d'une fracture dans deux plans, ou du moins en regard de deux des faces de l'os (Figure 18).

2. Fondements biomécaniques du fixateur externe d'Hoffmann

Un nouveau courant de pensée se dessinait avec Jacques Vidal (1968) (Figure 19) qui à propos de l'utilisation du fixateur d'Hoffmann dans 46 cas rapportait dans le « Montpellier Chirurgical » des résultats satisfaisants mettant l'accent sur la nécessité de codification. En effet, les procédures d'utilisation du fixateur d'Hoffmann dépendaient de chaque opérateur en réalisant des montages de façon empirique avec celui qui paraissait le plus rigide. Ces réflexions faisaient suite à celles de Ray (1964) parlant de la rigidité du montage souvent insuffisante lorsqu'on utilise un seul fixateur et notait, comme beaucoup d'auteurs, de façon anecdotique, avoir employé avec plus de succès des montages doubles, en triangle.

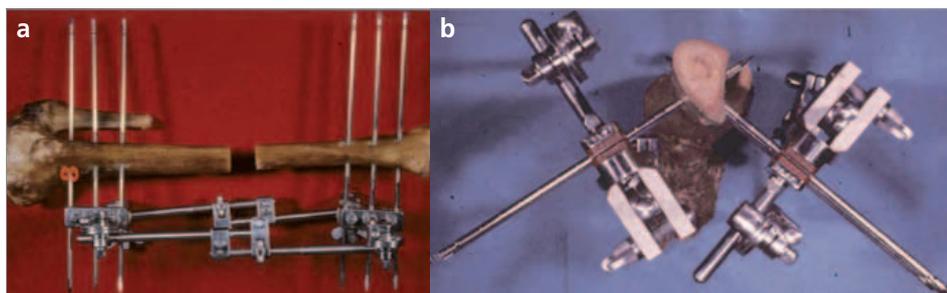


Figure 18. Fixateur externe d'Hoffmann original. a : avec fiches de Steinmann, b : avec les fiches en V à 110°.



Figure 19. Portrait en tenue d'apparat à la faculté du Professeur Jacques Vidal.

C'est dans ce but que l'un d'entre nous (A.J.) a fait sa thèse (1970) sur le « fixateur externe d'Hoffmann couplé et en cadre avec étude biomécanique dans les fractures de jambes ». Les conditions expérimentales ont été réalisées dans le cadre de l'Unité de biomécanique (U 103) du Pr Rabischong. Nous (B.F.) avons soumis le fixateur externe d'Hoffmann à des charges verticales afin de chercher la conformation biomécanique du montage assurant, par sa rigidité, la plus grande immobilisation des fragments dans le foyer de fracture avec jauge d'extensométrie. Toutes les manipulations étaient effectuées sur des squelettes jambiers frais dépouillés de parties molles en compression avec des charges progressive de 10 kg en 10 kg jusqu'à 80 kg. Les déformations latérales et en torsion n'étaient pas envisagées. Sur le tibia, le trait de fracture simulait une fracture instable avec un écart inter-fragmentaire de 4 mm et analysait des déformations des barres d'union équipée de jauges électriques d'extensométrie ainsi que les déplacements de l'écart inter-fragmentaire du foyer de fracture. Les moyens de fixation osseuse utilisaient des fiches d'Hoffmann de 4 mm de diamètre

disposées unilatéralement où bilatéralement et avec utilisation de clous de Steinmann de 4 mm de diamètre situés dans un plan coronal. Les distances séparant le trait de fracture des clous ou des fiches d'Hoffmann étaient de 5 cm par rapport au foyer de fracture. Les poignées reliant les différents éléments d'un même groupe de fixation étaient placées à une distance constante de l'os soit à 3 cm de la face antéro-interne et à 5 cm de la face externe du tibia. Les déformations étaient enregistrées sur les barres d'union équipées de jauges électrique d'extensométrie. Plusieurs montages ont été testés avec soit une barre d'union situé en regard de la face externe ou de la face antéro-interne du tibia soit plusieurs barres verticales au nombre de 2 en regard de chaque face ou au nombre de 4 par adjonction aux deux précédentes. Cette étude était complétée par la comparaison entre la disposition des fiches à 110° et les fiches de Steinmann en position oblique ou coronale montrant la supériorité des broches de Steinmann dans le plan coronal. La position des fiches de fixation par rapport à la rotule de fixation a été étudiée. C'est le clou ou la broche située en regard de la rotule qui travaillait le plus, apparaissant comme un élément essentiel dans la construction du fixateur. D'autres facteurs de stabilité portaient sur le serrage maximal de tous les systèmes de fixation, poignées, rotules, articulations, boulons. Un autre facteur intervenait dans le positionnement des poignées le plus près possible de l'os et du foyer de fracture dans la mesure où l'état des parties molles l'autorisait ainsi qu'une disposition parallèle les unes par rapport aux autres. Le montage le plus rigide comportait 4 barres d'union verticales dessinant un parallélogramme dont les faces s'opposaient deux par deux au déplacement dans les plans coronal et sagittal (Figures 20 à 24).

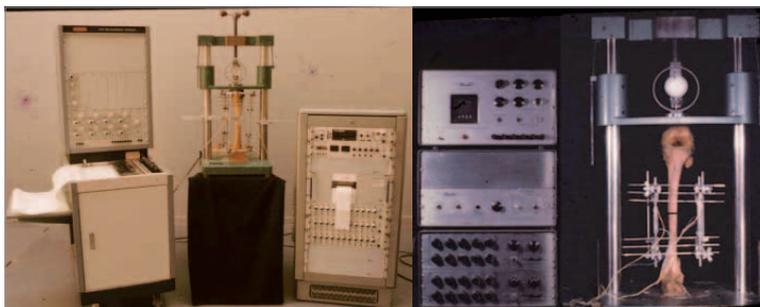


Figure 20. Méthode expérimentale de test des fixateurs externes d'Hoffmann selon les différents montages.

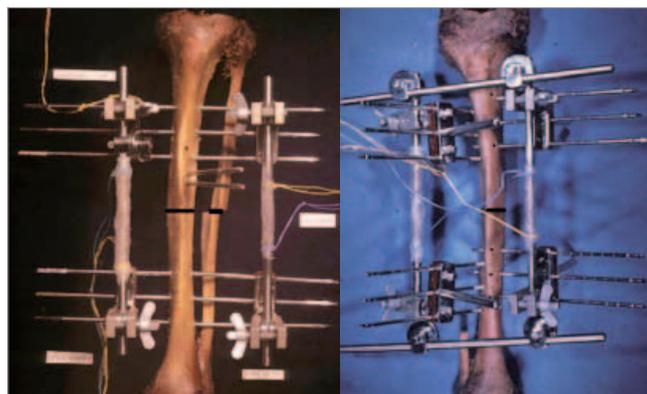


Figure 21. Disposition du banc test en compression d'un montage instable avec mesure des déformations sur les barres d'union équipées de jauges d'extensométrie.

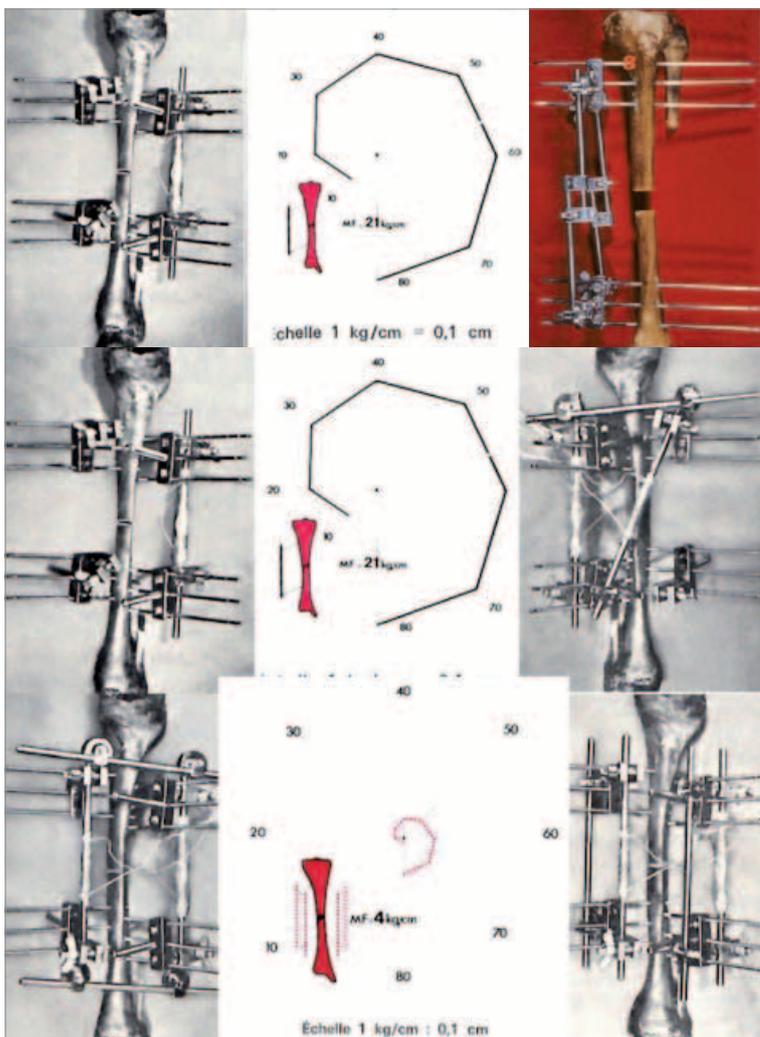


Figure 22. Exemples de différents montages testés et le mode de présentation de la stabilité.

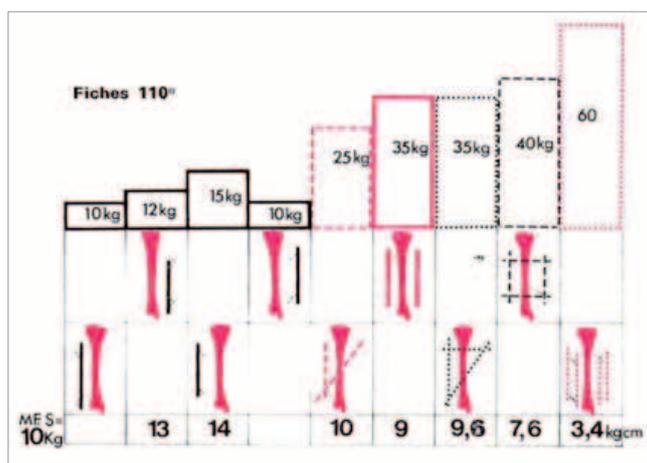


Figure 23. Présentation des résultats de la stabilité mécanique du fixateur externe original d'Hoffmann en compression avec écart inter-fragmentaire simulant une fracture instable, les fiches de fixation osseuse en V selon plusieurs montages ; la disposition en mono-latéral est la moins stable.

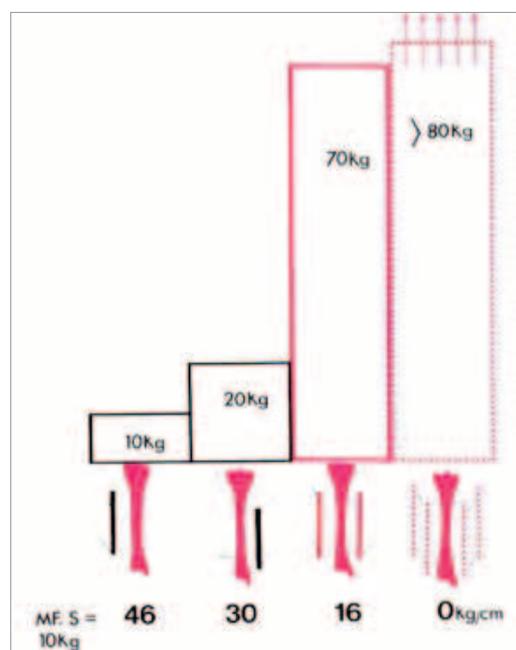


Figure 24. Résultats comparatifs sur la stabilité mécanique sur un tibia avec écart inter-fragmentaire simulant une fracture instable et avec fixation osseuse par broches de Steinmann ; la stabilité maximale est obtenue avec 4 barres d'union. Au décours de cette expérimentation nous avons initié une fiche avec filetage médian qui améliorait la rigidité globale.

3. Etudes biomécaniques comparatives des fixateurs externes

Les résultats de cette étude ont été à l'origine de travaux complémentaires destinés à éclairer le choix des chirurgiens dans son utilisation. Une des questions posées était de répondre à la question des facteurs favorisant la consolidation « *ostéosynthèse : rigide-élastique ? stable-instable ?* ». Parmi les mises au point exhaustives en 1996 sous la direction de J.P. Meyrueis et Ph. Merloz, un cahier d'enseignement de la SOFCOT de 370 pages traitait de « *La fixation externe du squelette* » avec un rapport circonstancié de nombreuses équipes et en particulier de trois études principales comparatives à bases biomécaniques en France. Toutes ces recherches de qualité portaient sur un nombre important de fixateurs utilisés en clinique.

En 1971, nous avons procédé à ce travail dans la lignée des deux modèles de Judet, Lamarre-Larget et Hoffmann que vont stigmatiser tous les fixateurs externes décrits et utilisés depuis 1934. Ceux dérivés du fixateur externe de Judet avec les fixateurs de Wagner (1975), Sukhtian Hugues (1979), Orthofix (1979), Inoue (1977), Temoingt (1980) et du Service de Santé des Armées (1979). Le fixateur externe de Judet, chef de file de nombreux fixateurs externes, nécessite un parallélisme strict des fiches de fixation transosseuse, l'impossibilité d'obtenir une compression ou une détraction du foyer de fracture et de modifier, en cours de traitement, les axes osseux.

Le fixateur de Wagner (Figure 25), dédié à l'allongement des membres, empêchait toute ostéotaxis dans les deux autres plans de l'espace. Le fixateur de Sukhtian et Hugues (Figure 26) avait les mêmes inconvénients que le précédent.

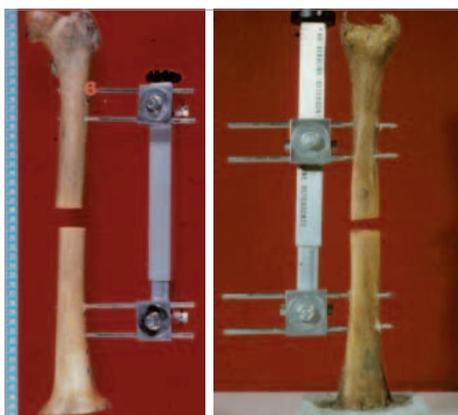


Figure 25. Fixateur externe de Wagner.

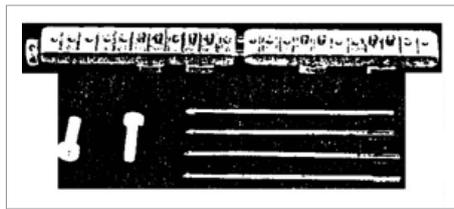


Figure 26. Fixateur de Sukhtian et Hugues.

Le fixateur externe « orthofix » (Vérone) (Figure 27 et 28) initialement de couleur claire (sera par la suite proposé en noir tout en gardant ses caractéristiques morphologiques) a été conçu par Giovanni De Bastiani, Lodovico R. Brivio, Roberto Aldegheri et Giovanni Faccioli et autorisait, grâce aux rotules, des mouvements dans les trois plans de l'espace répondant au principe de l'ostéotaxis.

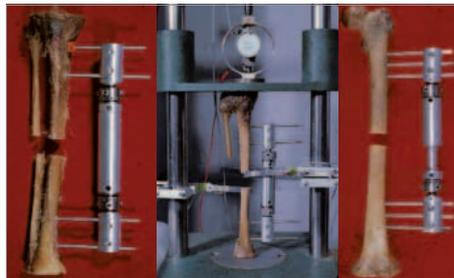


Figure 27. Le premier fixateur de Vérone testé était de couleur gris métallisé, sur un tibia et un fémur.



Figure 28. Par la suite le fixateur de Vérone (orthofix) testé était de couleur noirâtre sur un fémur et un tibia.

Le fixateur externe de Temoingt (1981) (Figure 29) se place sur une fracture préalablement réduite et alignée.

Le fixateur externe d'Inoue (Figure 30), le plus simple de tous les montages proposés, et les 6 fiches solidarisiées avec du ciment acrylique, se caractérise par son extrême simplicité mais ne permet aucune compression en cours de traitement.

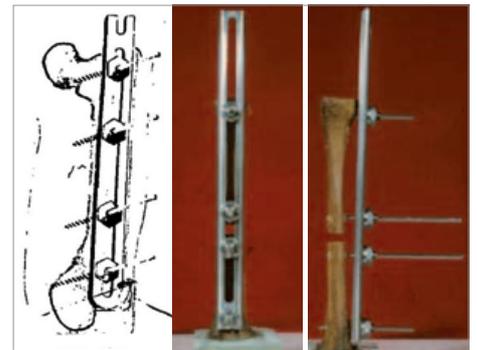


Figure 29. Fixateur de Temoingt.

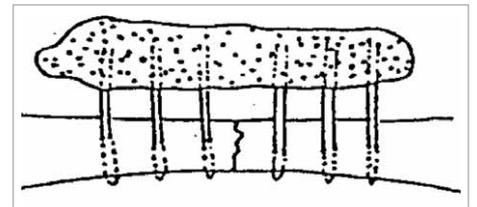


Figure 30. Fixateur d'Inoue.

Le fixateur du Service de Santé des Armées (Figure 31) est décliné en deux modèles (type S.S.A. n° 1 et S.S.A. n° 2). Très simple, il s'inspire de celui conçu par R. Judet en cherchant à l'améliorer dans sa rigidité globale. Il permet la compression et la distraction ainsi que la correction dans les 3 plans de l'espace.



Figure 31. Fixateur externe du Service de Santé des Armées (FESSA) sur tibia et fémur.

Les fixateurs externes dérivés de celui de Lamarre-Larget-Hoffmann (Figures 32 à 41) se caractérisent par des montages dont le but est d'améliorer la stabilité mécanique : en double cadre (Adrey-Bonnel-Vidal, 1969), en cadre simple d'allongement (Rezaian 1976), en triangulation (Volkov-Oganesian, 1976), tubulaire A.O. (Muller, 1978), en cadre de J.J. (Picard, 1979), circulaire (Kronner, 1980), d'Hoffmann type Versailles (Vidal, 1981), A.L.J. (Lortat-Jacob, 1982), le cadre à compression de Charnley (1970), le cadre d'allongement d'Anderson (1934), le fixateur I.C.L.H. (Freemann, Day, 1977) aux possibilités

d'ostéotaxis limitées. Les tests mécaniques comparatifs étaient basés selon les critères de stabilité maximale initiés par les essais sur le fixateur d'Hoffmann.

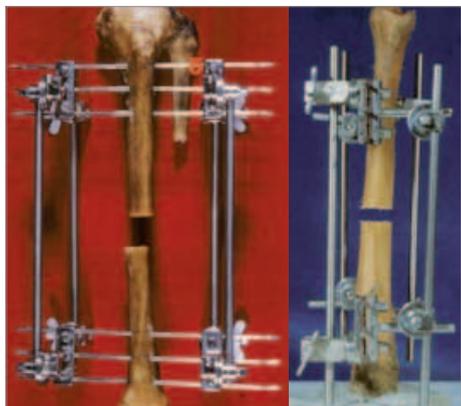


Figure 32. Fixateur externe de Hoffmann en double cadre pour un tibia (Adrey-Bonnel-Vidal).

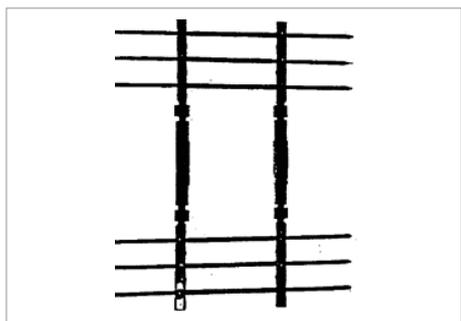


Figure 33. Fixateur externe de Rezaian en cadre simple d'allongement.

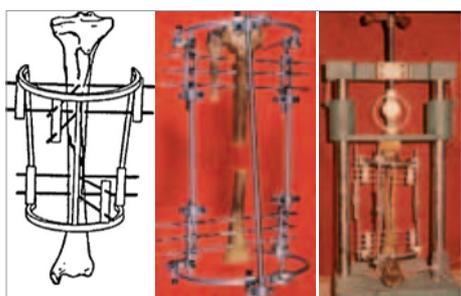


Figure 34. Fixateur externe en triangulation de Volkov-Oganesian et dérivés.

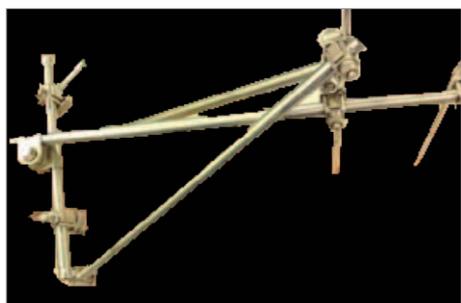


Figure 35. Fixateur externe A.O. (Muller).

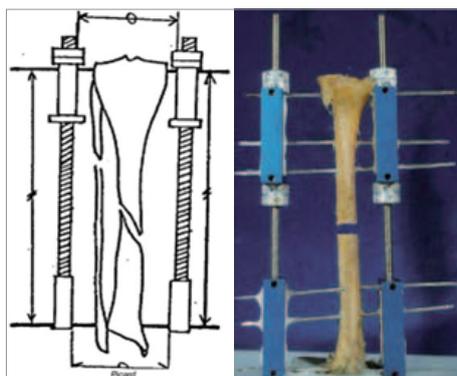


Figure 36. Fixateur externe en cadre de J.J. Picard.

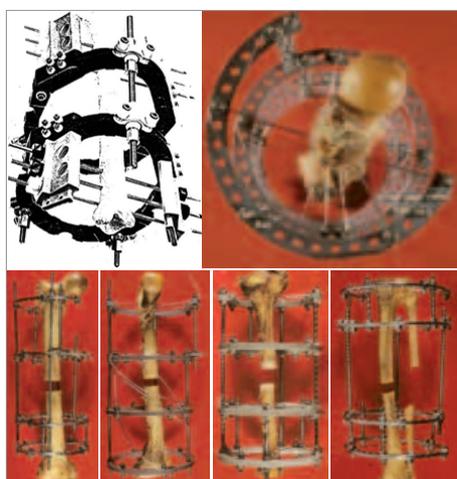


Figure 37. Fixateur externe circulaire de Kronner et dérivés du type Ilizarov.

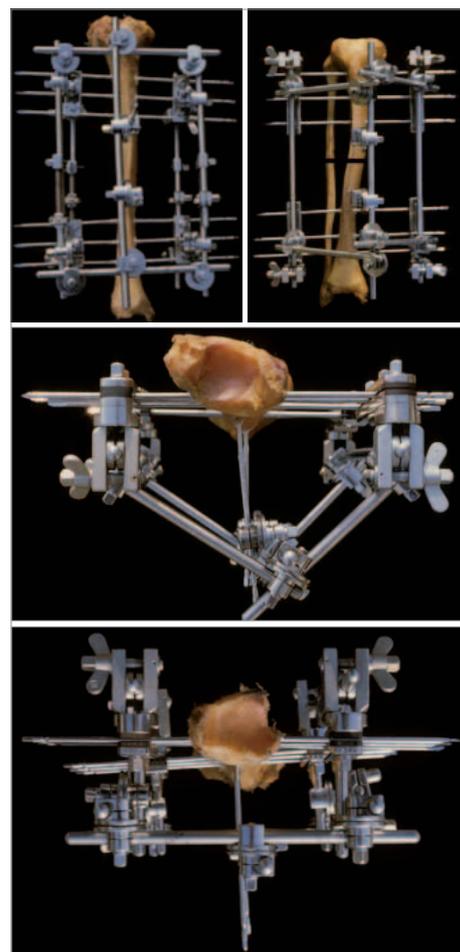


Figure 38. Fixateur externe de Hoffmann-Vidal type « Chalet » ou « Versailles ».

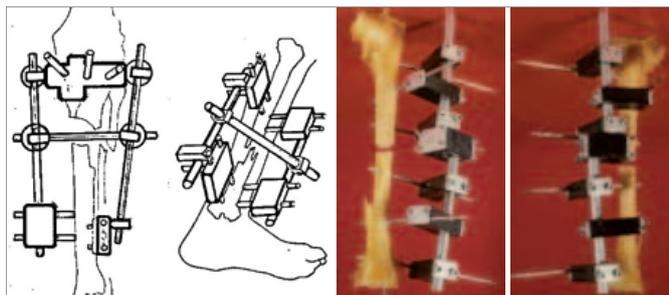


Figure 39. Fixateur externe A.L.J. (Alain Lortat-Jacob).

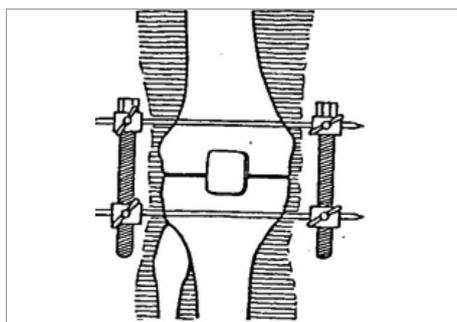


Figure 40. Fixateur externe en cadre et à compression de Charnley.

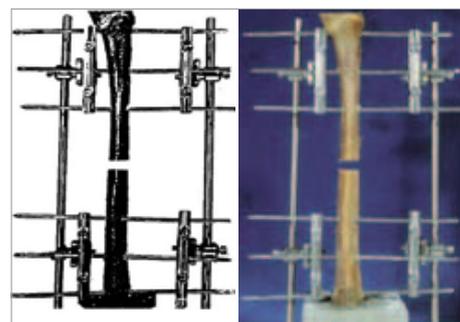


Figure 41. Fixateur externe I.C.L.H. (Freeman, Day).

Résultats des fixateurs externes sur le tibia : plusieurs éléments intervenant dans la stabilité rendent difficile la comparaison des fixateurs externes dans l'absolu (Figures 42 à 44). Pour les charges en compression, le fixateur le moins stable est l'I.C.L.H. (Day) et le plus stable par celui du Service de Santé des Armées. Le fixateur externe d'Hoffmann en cadre ne présentait pas une stabilité satisfaisante, la disposition en triangulation améliorerait sa stabilité sans, toutefois, supporter la comparaison avec le montage en V du fixateur du Service de Santé des Armées. En flexion, les fixateurs dont les fiches de fixation osseuse sont placées en V à 120° (fixateur de Judet et du Service de Santé des Armées) sont beaucoup plus stables que ceux dont les fiches sont dans un plan coronal (I.C.L.H., Hoffmann, Picard). Ceux de Temoingt et en triangulation de Muller et d'Hoffmann modifiés ont une stabilité intermédiaire. Celui de Wagner, avec un déplacement de 5,55 mm, est le moins stable.

En torsion, aucun des fixateurs externes ne présentait de stabilité satisfaisante puisque les déplacements angulaires s'échelonnaient entre 6° et 8,5°.

Résultats des fixateurs externes sur le fémur : en flexion, le fixateur du Service de Santé des Armées est de loin le plus stable alors que le fixateur d'Hoffmann, avec un déplacement de 38 mm/kg, est très instable. Pour les essais en torsion, la meilleure stabilité angulaire était obtenue par le fixateur externe du Service de Santé des Armées et la moins bonne par les fixateurs externes d'Hoffmann avec 10° et de Wagner avec 12,5°.

En 1980, Meyrueis et Cazenave codifient l'usage des fixateurs externes selon la géométrie des montages. La géométrie des montages et la stabilité mécanique est variable selon les types de fixateur car chaque fixateur est composé de multiples pièces offrant la possibilité de réaliser des montages simples et complexes, standardisés ou échappant à toute codification. Pour chaque fixateur, on peut classer les montages en fonction de la stabilité qu'ils procurent au niveau du foyer de fracture dans les trois plans de l'espace. De manière générale, pour la majorité des fixateurs, les dispositifs en monoplan ou en cadre dans un plan produisent une moins bonne stabilité du foyer que les dispositifs en deux plans (renforcés ou non) ou en trois plans. Les montages en « V » de 90° à 120° sont ceux qui entraînent la meilleure stabilité dans tous les plans. En reliant les deux plans



Figure 42. Représentation des divers fixateurs comparés.

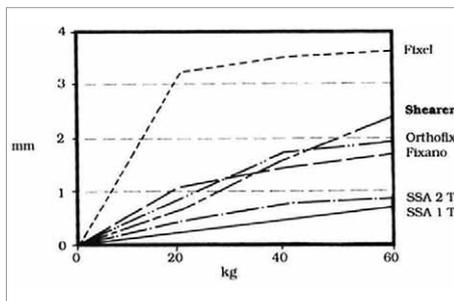


Figure 43. Résultats obtenus sur la stabilité au tibia des fixateurs comparés (Bonnel).

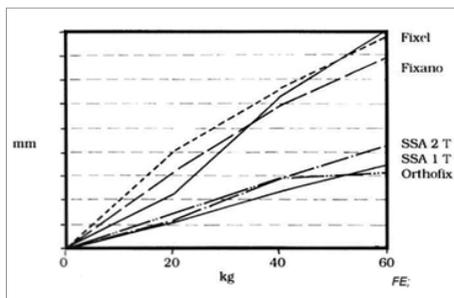


Figure 44. Résultats comparatifs sur la stabilité mécanique au fémur (Bonnel).

du V par des barres d'union transversales, on améliore encore la stabilité en torsion, par deux pour le fixateur d'Hoffmann, par trois pour le FESSA. Il est possible d'adapter le montage du fixateur à la stabilité nécessaire au foyer de fracture à traiter. La stabilité obtenue avec différents fixateurs varie énormément. Les études mécaniques comparatives s'accordent pour désigner les fixateurs à tuteur rigide type Judet ou FESSA comme les plus performants pour des montages de géométrie comparable. Chaque montage de chaque fixateur possède des caractéristiques mécaniques quantifiables permettant de choisir le degré de rigidité voulu. Ce choix se fera essentiellement selon 3 critères : le trait de fracture, le niveau de fracture et le

stade de la consolidation. En cas de fracture simple (trait transversal ou oblique sans perte de substance (les extrémités osseuses étant en contact), la stabilité nécessaire pourra être obtenue avec un montage simple type monoplan ou cadre en un plan. Le fixateur est peu sollicité. Il sert à maintenir la réduction et à protéger le foyer des mouvements dangereux pour le développement du cal. La majorité des contraintes passent directement dans l'os.

En 1991, Merloz et Lavaste dans le cadre du laboratoire de biomécanique de l'ENSAM (Ecole Nationale Supérieure des Arts et Métiers, Paris) ont abouti à un certain nombre de conclusions qui concernaient le comportement mécanique des trois grandes catégories de 11 fixateur externes testés (Figure 45).



Figure 45. Méthode de mesure (essai en flexion frontale) pour l'évaluation de la stabilité des fixateurs externes (laboratoire de biomécanique de l'ENSAM).

En compression, dans le groupe des fixateurs en cadre ou assimilé, on constate que les appareils ont un niveau de rigidité élevé compris entre 13,7 et 17,3 daN/mm sur l'axe vertical. Le fixateur de Hoffmann et l'appareil de Judet sont les plus rigides.

Le fixateur externe du service de santé des armées (FESSA) et l'appareil de l'AO sont un peu en retrait avec 15,32 et 13,74 daN/mm. Le groupe des fixateurs externes mono-latéraux est incontestablement moins rigide. Dans cette catégorie, seul l'appareil monotube rouge peut soutenir la comparaison avec les fixateurs en cadre ou assimilés grâce à une rigidité globale supérieure à 12 daN/mm sur l'axe vertical. Le fixateur de Wagner et l'appareil Orthofix® ont une rigidité globale moins élevée et légèrement supérieure à 9 daN/mm mais presque deux fois moins élevée que celles des fixateurs de Judet et de Hoffmann. Les appareils monotubes bleu et de Lortat-Jacob ont une rigidité globale (sur l'axe vertical) comprise entre 4,88 et 4,17 daN/mm, soit trois fois moins élevée que celles des fixateurs en cadre ou assimilés.

Le groupe des fixateurs externes circulaires est relativement souple. Leur rigidité globale (sur l'axe vertical), comprise entre 6,53 et 7,70 daN/mm, est presque deux fois et demie moins élevée que celles des fixateurs en cadre type Judet ou FESSA. Les différences sont moins sensibles avec les fixateurs mono-latéraux. Par rapport au fixateur de Wagner et à l'appareil Orthofix®, la rigidité du fixateur d'Illizarov acier est inférieure de 20 %. Par contre, l'appareil de Lortat-Jacob et le fixateur monotube bleu ont des niveaux de rigidité globale inférieurs d'environ 20 % à ceux observés avec les fixateurs circulaires de type Illizarov. Ce phénomène s'explique probablement par l'existence de moyens d'union faiblement dimensionnés sur ces deux appareils (Lortat-Jacob et monotube bleu). Enfin, les anneaux en acier (Illizarov) procurent une rigidité en compression supérieure à celle fournie par les anneaux en carbone. Pour une valeur de charge de 50 daN et pour les plans de l'espace autres que l'axe principal d'analyse (axe vertical), les déplacements linéaires, frontal et sagittal, restent inférieurs à ceux enregistrés sur l'axe principal et ceci avec un ratio variant de 1 pour 2 à 1 pour 10. Les déplacements couplés angulaires autour des 3 axes (vertical, frontal, sagittal) restent faibles, inférieurs à 5 degrés, sauf avec le fixateur monotube rouge ou le déplacement angulaire autour de l'axe sagittal dépasse 10 degrés.

D'une façon générale, ils confirment la justification d'analyse sur le comportement et la rigidité des appareils, le long et dans le plan de l'axe principal de charge, car, dans l'ensemble, les fixateurs limitent relativement bien les déplacements linéaires ou angulaires couplés (c'est-à-dire ceux qui ne sont pas dans l'axe ou le plan de charge). Il existe toutefois quelques exceptions qui concernent les appareils monolatéraux soumis à des tests en torsion lors de la mesure du déplacement angulaire autour de l'axe frontal, les appareils monolatéraux et circulaires soumis à des tests en torsion lors de la mesure du déplacement angulaire autour de l'axe sagittal et le fixateur monotube rouge soumis à des tests en compression lors de la mesure du déplacement angulaire autour de l'axe sagittal. Le fixateur d'Hoffmann est celui qui dispose du plus faible niveau de rigidité dans les déplacements couplés. La supériorité évidente du FESSA en termes de rigidité, notamment en flexion frontale et en torsion et à un degré moindre en flexion sagittale et en compression, peut s'expliquer par le profil de l'exosquelette du fixateur (tube creux) et la qualité des liaisons fiches-exo-squelette. D'une façon générale, faut-il établir un classement et une hiérarchie en termes de rigidité entre les fixateurs testés ? Nous pensons que cela n'est pas envisageable et ceci pour deux raisons : en effet, les rigidités angulaires et linéaires n'ont pas la même dimension physique et les valeurs de rigidité des différents appareils ne peuvent être comparées stricto sensu. Les fixateurs circulaires de type Illizarov sont souples en compression et plus rigides que les appareils monolatéraux en torsion et leur performance en matière de rigidité en flexion frontale et sagittale est à peu près équivalente à celle des fixateurs monolatéraux. Avec les fixateurs monolatéraux, les conclusions doivent être plus nuancées. L'appareil de Lortat-Jacob et l'Orthofix® affichent un bon compromis de niveau de rigidité en flexion frontale, flexion sagittale et torsion. Par contre, on observe que ces deux appareils, qui limitent le plus les déplacements angulaires et linéaires le long de l'axe de charge, sont ceux qui sont les plus « permissifs » avec les déplacements angulaires et linéaires dans les autres plans de l'espace. L'appareil monotube rouge dispose d'un bon niveau de rigidité en torsion et en compression. Le fixateur de Wagner a un niveau de rigidité faible en

flexion frontale et en flexion sagittale. Parmi les fixateurs en cadre et assimilés, le FESSA apparaît comme étant le plus rigide en torsion, flexion frontale et flexion sagittale. L'appareil de Judet est très rigide en compression mais son niveau de rigidité est faible en torsion. Le fixateur de l'AO se situe, en termes de rigidité, entre les deux appareils précédents. Si le fixateur de Hoffmann est le plus rigide en compression, sa faible rigidité en flexion frontale est évidente (Figures 46 à 48).

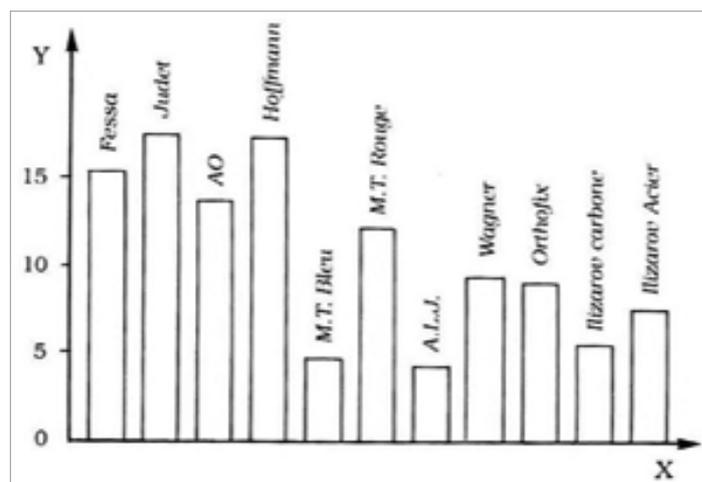


Figure 46. Diagramme comparatif des niveaux de rigidité des 11 fixateurs externes testés en compression.

La rigidité linéaire (en daN/mm) est reportée en ordonnée (Y) et correspond à la rigidité axiale, c'est-à-dire dans l'axe de compression. Les fixateurs externes peuvent être classés en trois groupes : les appareils à haut niveau de rigidité (FESSA, Judet, AO, Hoffmann) ; les appareils à niveau de rigidité moyen (Orthofix®, Wagner, ALJ, Monotube rouge et bleu) ; les appareils à faible niveau de rigidité (Illizarov acier et carbone), (Merloz).

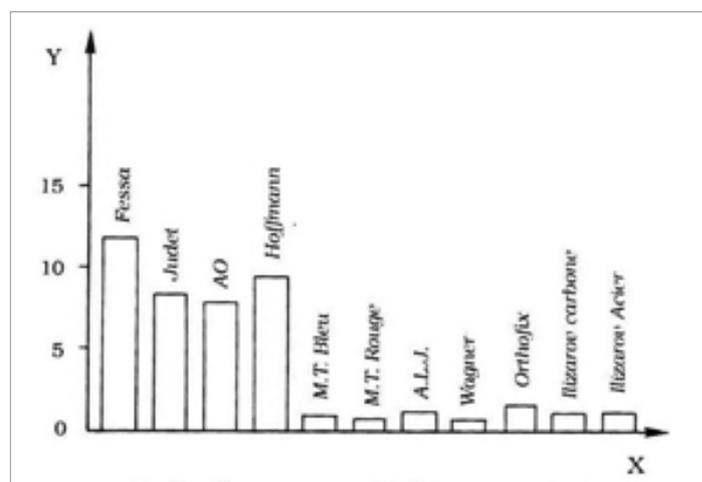


Figure 47. Diagramme comparatif des niveaux de rigidité des 11 fixateurs externes testés en flexion sagittale.

La rigidité angulaire (en Nm/deg) est reportée en ordonnée (Y) et correspond à la rigidité angulaire de flexion sagittale, c'est-à-dire autour de l'axe frontal. Les fixateurs externes peuvent être classés en deux groupes : les appareils à haut niveau de rigidité (FESSA, Judet, AO, Hoffmann) ; les appareils à niveau de rigidité moins élevé (tous les autres appareils), (Merloz).

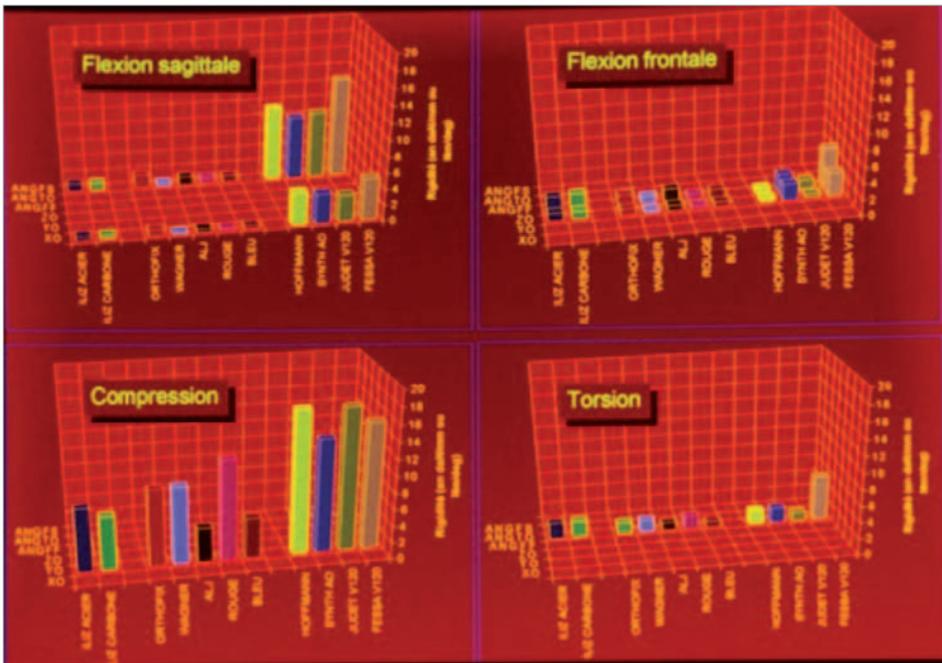


Figure 48. Globalité des résultats obtenus sur la stabilité au tibia de 11 fixateurs, étude comparative (Merloz).

Préfigurant l'utilisation future, cette étude très documentée est complétée par un travail expérimental sur les facteurs susceptibles d'influencer la rigidité globale, en cisaillement et compression axiale, d'un **fixateur externe circulaire**. Un certain nombre d'éléments sont essentiels pour assurer un bon niveau de rigidité : il faut utiliser un nombre d'anneaux suffisant (4 au moins pour un segment jambier) ; la distance os-fixateur doit être la plus réduite possible ; les moyens d'union doivent être solides et nombreux (au minimum 4) ; l'orientation des broches doit tenir compte des impératifs anatomiques ; le centrage du fixateur par rapport au grand axe de l'os doit être assuré ; la tension des broches à un niveau convenable (100 daN) est indispensable. Remarquons, cependant, qu'en raison de phénomènes plastiques, la tension des broches est susceptible d'évoluer en fonction du temps. Ceci implique la nécessité de les retendre de temps à autre si l'on veut pérenniser le niveau de rigidité acquis initialement lors de la pose de l'appareil (Figure 49).

En 1987, Kristiansen *et al.* (Kristiansen T., Fleming B., Neale G., Reinecke S., Pope M.H. *Comparative study of fracture gap motion in external fixation*. Clin. Biomech. 2:191, 1987) rapportait les mesures *in vitro* de la stabilité tridimensionnelle de plusieurs fixateurs externes :

- AO single bar ;
- AO double bar ;

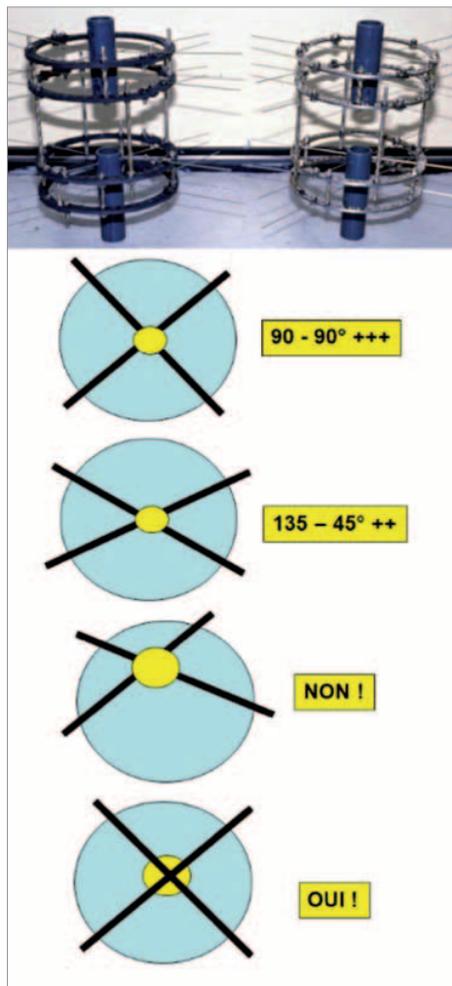


Figure 49. Fixateur circulaire avec indication de la disposition des broches transfixiantes (Merloz).

- Orthofix® ;
- Standard Hoffmann ;
- Richards unilateral ;
- Hoffmann Delta ;
- Richards Delta ;
- Ace Fischer.

Les résultats rapportés sans faire référence aux travaux en langue française étaient comparables.

Pendant cette période, l'utilisation du fixateur externe de Hoffmann dans toutes les localisations aux membres a été proposée (Figures 50 à 52).



Figure 50. Exemple de montage pour les disjonctions de l'anneau pelvien en traumatologie d'urgence.



Figure 51. Exemple de montage pour les fractures enfoncement du cotyle en traumatologie d'urgence.

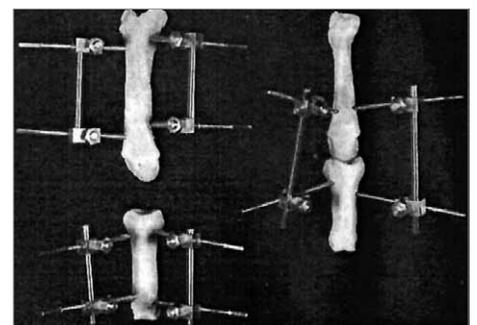


Figure 52. Montage du fixateur pour les fractures de la main.

4. Evolution du concept biologique dans l'utilisation du fixateur

A la notion de rigidité, une réflexion sur le rôle du fixateur externe sur les modalités biologiques de consolidation a essayé de répondre au deuxième facteur lié à la transformation des contraintes osseuses avec la dynamisation.

Cette fixation dynamique a été proposée par Meyrueis en 1996 « *de nombreuses inconnues persistent dans le domaine de l'utilisation des mouvements, des contraintes et des variations de rigidité pour améliorer la consolidation. Le schéma probable pour les années à venir consiste à proposer un montage initial en neutralisation suffisamment stable pour permettre la remise en charge immédiate mais laissant persister une mobilité ne dépassant pas 1 mm dans le foyer lors de l'appui (c'est dire l'intérêt des études biomécaniques des fixateurs). Réalisation éventuelle des gestes de couverture musculaire par lambeau pédiculé ou libre dans les premières 72 heures, après un dernier parage, avec éventuelle greffe de moelle osseuse dans le foyer, pour apporter des éléments ostéoprogéniteurs. Remise en charge dans les jours qui suivent les interventions pour stimuler la cal périostée. Transformation de la stabilisation du foyer vers la 6^e semaine, par dérigidification axiale pour les foyers simples, par rigidification du montage pour les foyers complexes, afin de permettre au cal médullaire de combler les espaces interfragmentaires. Greffe osseuse précoce dans les fractures de stade 3 avec lésions importantes des parties molles. Il faut attendre la cicatrisation stable de celles-ci avant de réaliser la greffe. Ce geste a lieu en général vers la 6^e ou 8^e semaine (Masquelet), puis poursuite de l'appui total sur le montage stabilisé pendant la phase de maturation du cal* ».

Depuis plusieurs années, un certain nombre d'auteurs se sont intéressés à la dynamisation des fixateurs externes. Habituellement, la rigidité d'un moyen d'ostéosynthèse, quel qu'il soit, reste constante avec le temps. Depuis quelques années et grâce au fixateur externe, on a étudié les possibilités de dynamisation ou de dérigidification (le terme est plus juste), ce qui permet d'adapter la rigidité du fixateur externe en fonction du temps et

donc en fonction de l'évolution de la consolidation osseuse. Avec un fixateur externe circulaire de type Ilizarov, il est assez facile de dérigidifier le montage initial. Pour effectuer cette opération, on peut agir sur les broches ou sur les moyens de liaison. Et dans tous les cas, cette dérigidification peut se faire sans anesthésie.

Les principes de dérigidification ont été conjointement codifiés par Merloz sur un montage circulaire de type Ilizarov. Le moyen le plus simple consiste à enlever purement et simplement une ou plusieurs broches. La deuxième étape peut se poursuivre par l'ablation de l'anneau qui tend 2 ou 3 voire 4 broches. Deux autres gestes concernant les broches sont possibles. Le premier consiste à agir sur la tension des broches en diminuant leur tension initiale mais cette opération est délicate dans la mesure où on ne connaît pas la variation de tension des broches avec le temps. Le deuxième consiste à jouer sur les broches à « olive ». On sait que ces dernières, à condition qu'elles soient placées dans l'axe bissecteur de 2 broches simples unies à un même anneau, augmentent la rigidité le long de l'axe de cette broche à « olive » et dans son plan. En procédant à l'ablation de cette broche à olive, on peut donc diminuer la rigidité dans le plan de cette broche et le long de son axe. Un appareil de type Ilizarov peut être dynamisé en réduisant les moyens d'union. Un bon niveau de rigidité est habituellement constaté avec 4 tiges filetées réparties également sur le pourtour des anneaux. La rigidité diminue sensiblement lorsque ce nombre de tiges filetées passe à 3, voire à 2. On peut agir de

façon presque identique en réduisant ou en supprimant certaines pièces de liaison (drapeau et plaque de connexion). La dynamisation ou plutôt la dérigidification d'un appareil circulaire de type Ilizarov est facile et modulable. Elle n'est dans tous les cas pas irréversible. Elle peut être non seulement axiale (suppression de broches simples ou d'anneaux et réduction des moyens de liaison) mais aussi transversale (en réduisant le nombre de broches à olive). On voit que la dérigidification d'un appareil circulaire de type Ilizarov peut tout à fait recevoir le qualificatif de dérigidification multidirectionnelle.

C'est à l'occasion de cette recherche que l'apport anatomique au niveau de la cuisse s'est matérialisé par le travail de Faure et Merloz avec des repères évitant les vaisseaux et nerfs lors de la pose du fixateur d'Ilizarov (Figure 53).

5. L'apport raisonné du fixateur externe

Les complications infectieuses sur le site d'implantation des fiches des fixateurs a conduit Vichard à faire des propositions techniques d'ostéosynthèse interne selon des protocoles précis : « *Le parage toujours de rigueur étant hors de cause, il faut procéder dans la foulée à la stabilisation, si possible interne par l'enclouage centro-médullaire, lequel sera systématiquement verrouillé : la mobilisation du fragment distal en rotation a été dans notre expérience la source d'échecs plastiques responsables d'ostéites. Puis c'est la couverture utilisant des lambeaux abondamment irrigués par le flux circulatoire. Les vastes pertes de substance*

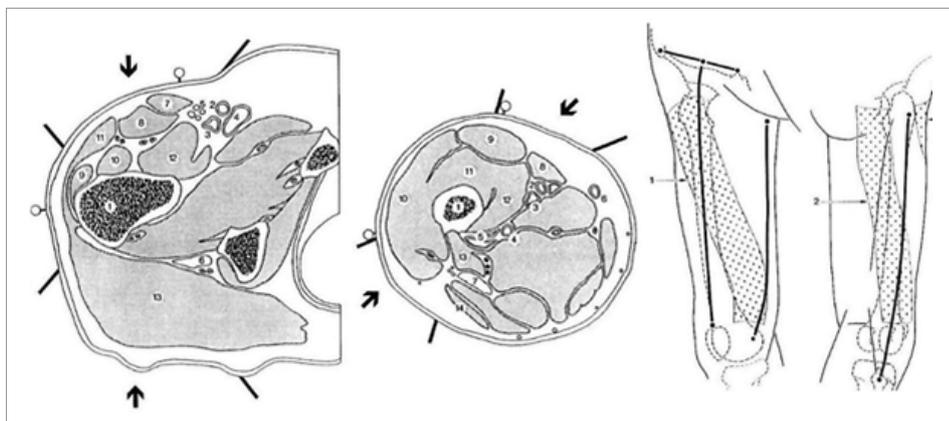


Figure 53. Atlas anatomique proposé pour l'utilisation du fixateur d'Ilizarov par Faure et Merloz (ici à la cuisse).

justifient de plus en plus des lambeaux libres dont il faut parfaitement connaître la technique pour qu'ils soient fiables. Un taux d'échec supérieur à 10 % est prohibitif associé à une antibiothérapie moderne qui a transformé les conditions opératoires ».

Les bons résultats obtenus n'ont pas empêché la survenue de pseudarthroses infectées avec une prise en charge raisonnée définie par Masquelet (1992). « *La pseudarthrose infectée de jambe est l'une des complications les plus redoutées en traumatologie* ». Son traitement soulève de difficiles problèmes conceptuels, techniques et relationnels. La prise en charge mais aussi la coopération du patient sont des notions cardinales pour mener à terme un parcours chirurgical qui nécessite d'autant plus d'énergie que la pseudarthrose infectée est la suite aggravée d'une histoire déjà douloureuse. L'adulte jeune, socialement actif, victime d'un accident, refuse à juste titre toute solution radicale.

La gravité de la pseudarthrose infectée de jambe est spécifique. Il s'agit de la non-consolidation compliquée d'infection d'un segment osseux fracturé que sa situation superficielle rend particulièrement vulnérable. Les phénomènes inflammatoires retentissent rapidement sur les parties molles peu enveloppantes. De là, ce triple front d'attaque, pour reprendre une métaphore assez répandue, que le chirurgien doit négocier : lutte contre l'infection, lutte pour rétablir une couverture saine de l'os, lutte enfin pour obtenir la consolidation. La rudesse de la tâche explique les ruses auxquelles se livrent les chirurgiens en élaborant de véritables stratégies. L'expérience de la seconde guerre mondiale et de l'immédiate après-guerre avait montré la faiblesse du traitement qui consistait à combattre, et avec des moyens techniques limités, les trois éléments de la pseudarthrose infectée. L'assèchement des foyers était obtenu par un temps opératoire plus ou moins important selon les cas, allant du simple curetage à la « saucérisation » associée à une stricte immobilisation plâtrée. Le recouvrement cutané, toujours laborieux et difficile, était obtenu par un tissu cicatriciel d'épidermisation après bourgeonnement auquel on préférerait, en raison de sa meilleure qualité, le lambeau hétéro-jambier. Enfin, lorsque la menace de la

reprise de l'infection semblait écartée, la consolidation était tentée par de multiples procédés associant des greffes et du matériel interne.

La question essentielle à l'heure actuelle est de savoir quelle technique choisir devant une pseudarthrose septique de jambe. La réponse n'est pas simple et cela pour plusieurs raisons. L'anatomo-pathologie de la pseudarthrose suppurée indique clairement les actions à entreprendre pour atteindre l'objectif global d'une jambe solide et eutrophique. Ces actions sont au nombre de 4 : l'immobilisation correcte du foyer de pseudarthrose, la guérison de l'infection, la réparation des parties molles et du revêtement cutané et la consolidation osseuse.

Le fixateur externe Orthofix® représente actuellement la meilleure formule, malgré les combinaisons de montage limitées qu'il peut offrir au niveau des épiphyses. Les fixateurs ALJ et FESSA permettent également des montages stables et peu vulnérants. L'appareil d'Illizarov, quant à lui, introduit un compromis entre la stabilité (rigidité) et l'élasticité. Ses principaux inconvénients sont la complexité et l'encombrement spatial du matériel qui rend difficile l'accès aux faces latérales de jambe. L'idéal est un appareil monoplan, dynamisable, susceptible d'être utilisé pour les allongements ou les transferts osseux segmentaires. La guérison de l'infection est obtenue par une excision chirurgicale qui est sans doute la partie du traitement la plus difficile à codifier. L'excision doit concerner l'os et les parties molles. Les traitements adjuvants comme l'antibiothérapie sont à discuter en fonction de chaque cas. La conception d'Illizarov repose sur la stabilisation dynamique du foyer de pseudarthrose et la distraction osseuse qui entraînent, selon l'auteur, une stimulation du processus de réparation, suffisant à guérir l'infection et à assurer la consolidation sans abord du foyer. Cette technique offre théoriquement de larges possibilités de reconstruction du tibia. En réalité, appliquée selon les principes stricts d'Illizarov, elle réalise l'impasse sur le traitement vrai de l'infection en ne comportant aucun geste sur l'os infecté et les parties molles. S'il est vrai que la reprise fonctionnelle et la distraction osseuse améliorent globalement la trophicité du membre, la technique n'en

reste pas moins difficile à mettre en œuvre et impose au patient et au chirurgien des contraintes qui justifient une sélection très rigoureuse des indications. La consolidation n'est pas toujours facile à obtenir en cas de pseudarthrose atrophique et, lorsqu'elle survient, se fait souvent au prix d'une ostéite résiduelle. La stratégie dite séquentielle combat les trois problèmes que pose toute pseudarthrose suppurée de jambe : l'infection par l'assèchement (A), l'altération du revêtement cutané des parties molles par le recouvrement (R) et la consolidation du foyer par une greffe osseuse massive (C). La réparation des parties molles et du revêtement cutané est confiée à un lambeau qui n'est pas considéré comme une technique d'appoint, mais comme le « pivot central de la stratégie ».

6. Que sont-ils devenus ?

Parmi les nombreux fixateurs proposés dans les années 1970-1980, malgré leur valeur mécanique, un certain nombre a disparu avec leur inventeur et utilisateur.

Le devenir du FESSA qui avait démontré ses capacités de stabilité maximale par rapport à tous les autres fixateurs a eu un devenir tumultueux rapporté par le Général Sylvain Rigal, chef de service de l'hôpital d'instruction des armées Percy : « *Le Fixateur Externe du Service de Santé des Armées (FESSA) mis au point par JP Meyrueis, Jean Mine, et Rochat a été utilisé par le Service de Santé des Armées à partir de 1979. Les brevets ont été déposés par la SOREM, entreprise de Toulon, qui l'a fabriqué. A l'arrêt de la production par cette entreprise à la fin des années 1990, des copies sont apparues sur le marché, essentiellement utilisées par des ONG. Prévoyant l'arrêt de la disponibilité du FESSA, l'équipe du service de chirurgie orthopédique a travaillé sur un nouveau fixateur utilisant des matériaux composites (carbone, plastiques, etc.) avec un brevet déposé au nom du ministère des Armées et des co-inventeurs. Ce fixateur (le PERCY- FX) a été commercialisé d'abord par Depuy® puis à partir de 2010 par Zimmer-Biomet® qui a décidé en 2017 l'arrêt de sa production. Il est resté le fixateur externe utilisé par le service de santé des armées durant la période 2000 -2019. Actuellement, le fixateur externe utilisé par les armées dans les formations*

chirurgicales de l'avant positionnées sur les territoires d'opérations extérieures et dans les hôpitaux des armées en France est le Hoffmann II de Stricker® dont la morphologie s'est éloignée drastiquement du fixateur initial FESSA ».

Le fixateur Orthofix®, tout en gardant son corps principal, est complété d'appoints techniques opportunistes. Le fixateur de G.A. Ilizarov, avec son concept biologique sur la consolidation osseuse (qui a été une découverte fondamentale), est actuellement employé à Kurgan (Russie) dans des circonstances multiples nécessitant une acceptation individuelle pour les patients et aboutit à des résultats surprenants dans des mains expertes. Une extension de ce fixateur circulaire dit « hexapode » (Figure 54) est constituée d'anneaux positionnés de part et d'autre de la déformation à corriger. Ces anneaux sont reliés par 6 vérins, munis de curseur rotatoire permettant de régler leur tension de façon graduelle et précise avec une philosophie éloignée du principe d'Ilizarov.



Figure 54. Fixateur hexapode dérivé de celui d'Ilizarov avec le concept de commandes mécaniques informatisées. Exemple : dossier clinique Drs Nieto (Niort), Bonnel (Montpellier).

Epilogue

La réflexion que nous avons menée à l'occasion de ce travail de mémoire nous conduit à deux concepts divergents. L'un est celui d'une évocation aseptisée en milieu universitaire basée sur un concept mécanique de stabilité avec des études fondamentales concordantes et des horizons multiples. Elles ont fédéré de nombreuses équipes d'orthopédistes français avec des réflexions biologiques de haut niveau qui ont fait faire un progrès dans la prise en charge des pseudarthroses infectées (avec un risque encore actuel d'amputation) dont le dernier aboutissement est celui de la « membrane induite » initiée par Masquelet avec des résultats observationnels favorables reconnus sur le plan international mais qui garde son mystère sur l'induction de la consolidation. Les évolutions techniques reposent toutes sur des dogmes intangibles, fruit d'expériences individuelles toujours d'actualité.

L'autre, plus réaliste, s'éloigne du concept initial mécaniste qui s'est adapté aux conditions de son utilisation dans des circonstances de troubles institutionnels mondiaux ou le sauvetage du membre prévaut, nous ramenant à la période des grands conflits mondiaux des années 1914-1918 où la survie prévalait à la fonction. Le dogme initial de la recherche de « stabilité » dans l'usage de certains fixateurs externes semble, à l'observation des montages proposés sans étude biomécanique fondamentale, ne plus être l'objectif principal au profit de sa maniabilité.

Il persiste que le concept mécanique reste toujours un objectif à la lumière des succès obtenus dans des situations complexes avec intervention des facteurs biologiques et mécaniques. En ce qui concerne le fixateur inventé par Ilizarov basé sur un constat biologique de consolidation osseuse en distraction en contradiction avec les grands principes de la consolidation osseuse selon Muller en compression a pris des voies dans une utilisation très variée.

Cette analyse rétrospective sur la fixation externe que nous avons pratiquée avec d'autres a montré un brassage d'idées sur une période de 100 ans qui ont abouti à un certain nombre de résultats salvateurs laissant persister des questions fondamentales de la réactivité du tissu osseux selon le principe du « *minimum-maximum effective strain* ».

François Bonnel, Jacques Vidal,
José Adrey

Références

- Meyrueis JP, Merloz Ph., Fixation externe du squelette Cahiers d'enseignement de la SOFCOT. Collection dirigée par J. Duparc. 1996. (Bibliographie complète).
- Merloz Ph., Comportement mécanique tridimensionnel des fixateurs externes en chirurgie orthopédique et traumatologie. 1995, thèse ENSAM, Paris. (Bibliographie complète).
- Judet R., Judet J., Ostéosynthèse par fixation externe de Judet E.M.C. Tech. Chir. Fixt. ext. 44 020.
- Faure C., Merloz Ph., Robb J.E. The anatomical basis for transfixion of the thigh. Surg Radiol Anat 1987, 9: 179-184.
- Vidal J. Notre expérience du fixateur externe d'Hoffmann. A propos de 46 observations, Montp Chir 1968, XIV, 4, 451461.
- Adrey J. Le fixateur externe d'Hoffmann couplé en cadre. Etude biomécanique dans les fractures de jambe. Thèse, Avril, 1970, Montpellier.
- Vidal J., Rabis hong P., Bonnel F., Adrey J., Etude biomécanique du fixateur externe d'Hoffmann dans les fractures de jambe. Montp Chir 1970, 6, 52-53.
- Bonnel F., Rabischong P., Adrey J., Perruchon E. Etude biomécanique du fixateur externe en cadre. Insuffisances, améliorations et modifications. Montp Chir 1971, 6, 529-535.
- Bonnel F. Augmentation de la stabilité du fixateur externe d'Hoffmann, fiche à filetage médian. Nouv Press Méd 1974, 19, 3-35.
- Rabischong P., Bonnel F., Adrey J., Perruchon E. Etude biomécanique des différents moyens d'ostéosynthèse dans les fractures de jambe, clou, plaque, fixateur externe d'Hoffmann Montpellier Chirurgical 1971, 6, 515-527.
- De Bastiani G, Aldegheri R, Renzi Brivio L. The treatment of fractures with a dynamic axial fixator. J Bone Joint Surg 1984 66:538-545.

Comment envoyer des mails sécurisés, sans messagerie sécurisée ?

Par **Antoine POICHOTTE**, DPO SOFCOT

Le problème de l'échange de mails sécurisés devient de plus en plus prégnant devant le développement exponentiel des piratages informatiques de données, particulièrement dans le domaine de la santé.

La CNIL contrôle de plus en plus la sécurité des échanges informatiques, et pas seulement pour les grands comptes.

Récemment, un médecin généraliste s'est retrouvé avec 6 000 € d'amende pour « non sécurisation » de la box d'accès internet de son cabinet. On pouvait très facilement accéder, par le wifi, à son répertoire de radiographies de patients, lesquelles n'étaient pas anonymisées.

Un collègue m'a contacté, en tant que DPO (Délégué à la Protection des Données, *Data Protection Officer*) de la SOFCOT, le service informatique de sa clinique ayant informé les médecins des dangers à communiquer des ordonnances par e-mail aux patients. Mais sans proposer de solution...

Pourtant, cette pratique est de plus en plus utilisée, et même demandée par nos patients.

Après avoir contacté le service juridique de la CNIL, voici donc une solution validée, même si elle n'est pas totalement sécurisée. En effet, sans messagerie sécurisée (ApiCrypt, MSSANTE, ProtonMail, etc.), aucune solution n'est vraiment sécurisée, au sens du RGPD (Règlement Général sur la Protection des Données). Mais ce que demande avant tout la CNIL, c'est de faire preuve de bonne volonté et montrer qu'on a réfléchi au problème.

Pour sécuriser le transfert de données, il n'y a pas 36 solutions, il faut chiffrer la communication.

Ce chiffrement peut se faire à deux niveaux :

- **Lors de la transmission.** Le message lui-même n'est pas chiffré sur la machine de départ. Il est chiffré par le protocole de transmission qui le déchiffre avant de le

délivrer au destinataire. C'est ce qui se passe avec le protocole HTTPS du web. Le message est donc transmis chiffré et, s'il est intercepté, il est protégé. Cela dit, comme le message passe par de nombreux intermédiaires qui ne sont pas contrôlés et qui disposent des clés de chiffrement HTTPS pour assurer le suivi de serveur en serveur, on ne peut pas savoir si le message est déchiffré en cours de route, par ces intermédiaires « officiels », avant d'arriver au destinataire. Donc, ce n'est pas parce que votre messagerie clame être chiffrée (Gmail, Orange, La Poste, etc.) qu'on a une sécurité. De plus, si le patient à qui vous envoyez votre ordonnance n'a pas une adresse mail sur un serveur gérant HTTPS, rien n'est sécurisé.

- **Au niveau du contenu lui-même :** on parle alors de chiffrement de bout en bout. Le document est chiffré sur la machine de départ, il est transmis chiffré (que le protocole de transmission soit lui-même chiffré ou non) et il est déchiffré sur la machine d'arrivée. On voit tout de suite le problème : comment échanger la clé de chiffrement entre l'émetteur et le receveur ? Cela peut être fait automatiquement par certaines messageries : WhatsApp, Telegram, Signal, etc. Mais ce sont des messageries « instantanées » (SMS améliorés) et tout le monde, y compris vous, ne dispose pas de toutes ces messageries. Et encore moins nos patients âgés... De plus, imprimer les pièces jointes à partir d'un smartphone n'est pas forcément simple. Le seul système « universel » reste la messagerie électronique. Si vous accédez à internet, vous avez obligatoirement une adresse e-mail.

Comme on ne peut pas demander à nos patients d'avoir un compte sur MSSANTE (qui nécessite une carte CPS) ou de payer pour un compte Apicrypt, la solution passe par l'utilisation des solutions gratuites de transfert de fichiers. La plus connue est probablement Wetransfer, mais il n'est pas chiffré.

Je vous propose le service **Smash**, dont l'adresse est : <https://fr.fromsmash.com> (Je n'ai aucun lien d'intérêt). C'est un service français, gratuit, qui chiffre les documents et les transferts de fichiers.

Smash : comment cela fonctionne-t-il ?

- Vous vous connectez au service.
- Vous choisissez les fichiers à envoyer (ordonnance pour votre patient).
- Vous saisissez votre adresse e-mail (celle que verra votre patient comme origine de l'envoi).
- Vous saisissez l'adresse e-mail de votre patient.
- Vous précisez l'objet (ordonnance pour untel, sans plus de détails).
- Vous précisez dans le message un indice pour trouver le mot de passe. Par exemple sa date de naissance sous la forme AAAAMMJJ. Aucun mot de passe ne doit, évidemment, être transmis en clair.
- Vous entrez le mot de passe et la date de validité du message (par défaut 7 jours).
- Le système lui enverra un lien de téléchargement. Si vous avez précisé vouloir être averti, le système vous enverra un message précisant la date et l'heure du téléchargement, ce qui vous permet de tracer le fait que votre patient a reçu son ordonnance. Le patient reçoit un e-mail avec un lien à cliquer (à durée de vie limitée) qui permet, après saisie du mot de passe, de télécharger son ordonnance.

On voit tout de suite que le point faible de ce système est le mot de passe qui ne doit absolument pas être transmis en clair. La CNIL considère cependant que c'est une sécurité tolérable. L'utilisation de la date de naissance constitue un mot de passe « faible » mais facilement utilisable par tout le monde. Il sera toujours possible à un hacker, par ingénierie sociale, de retrouver une date de naissance attachée à un e-mail. Mais cela demande une recherche active et d'intercepter le message d'envoi du lien, lequel est transmis chiffré. Le risque est donc tolérable. Et aucune ordonnance n'est transmise en clair sur internet.

Cette procédure étant validée par la CNIL, vous pouvez l'utiliser dès aujourd'hui et informer, au besoin, vos services informatiques que vous avez pris en compte ce problème de transmission des ordonnances par mail, qui font de plus en plus partie de notre quotidien.

Antoine POICHOTTE

La Birmanie : un pays bien lointain et pourtant ...

Par Jean-Luc JOUVE et Jérôme SALES de GAUZY

La Birmanie est un pays bien lointain. Nous ne parlons pas de géographie, mais de culture, de religion et d'histoire passée mais surtout récente. Après une oppression de plus de 50 ans par une junte militaire extrêmement dure, la population Birmane (admirable pour ceux qui ont la chance de la connaître) a connu un soupçon de démocratie. Mais le coup d'état militaire du 1^{er} février a mis fin à ces quelques années d'ouverture et d'espoir.

La Birmanie est un peuple bien lointain, et pourtant. L'Orthopédie Française entretient avec l'AMFA (Association Médicale Franco-Asiatique) depuis des décennies une histoire commune avec les chirurgiens Birmans. Beaucoup d'entre nous ont participé à la formation des chirurgiens et des infirmiers Birmans.

Depuis 2005, nous collaborons avec les orthopédistes Birmans, notamment le Professeur Zaw Wai Soe (recteur de l'Université de Médecine de Rangoun), pour développer l'Orthopédie Pédiatrique en Birmanie. Le Professeur Zaw avait été invité par la SOFCOT en 2019 pour une conférence sur le développement de l'orthopédie Pédiatrique en Birmanie.

Tout ceci est exposé dans un débat des amis du monde diplomatique (Que se passe-t-il en Birmanie ? : [Souvenirs 20-21 | Website \(amisdipl11.org\)](http://amisdipl11.org)).

Les chirurgiens que nous avons formés et avec qui nous avons travaillé pendant toutes ces années ont été les premiers à refuser le coup d'état des militaires. Parmi eux, le Pr Zaw Wai Soe a pris la tête du CDM (mouvement civil de désobéissance) et fait partie du CRPH (gouvernement provisoire opposé à la junte).

Nous sommes en contact avec nos collègues Birmans bien que les connexions internet soient de plus en plus difficiles. Deux d'entre eux ont été arrêtés récemment par l'armée.

Nous sommes sans nouvelles. D'autres sont recherchés par les militaires et sont obligés de se cacher. Des avis de recherche qui concernent une majorité de médecins ont récemment été publiés et passent en boucle sur les télévisions locales.

Certains de nos collègues, ainsi que des infirmières, travaillent dans des hôpitaux clandestins au péril de leur vie pour continuer à soigner la population. D'autres ont dû se réfugier dans les campagnes. Il en est de même pour toutes les infirmières qui travaillaient avec nous, beaucoup ont quitté Rangoun, d'autres cherchent à fuir le pays.

Tout ceci ajoute à la crise démocratique, une crise sanitaire et humanitaire majeure.

Ce drame a lieu en ce moment sous les yeux d'une communauté internationale pourtant parfaitement informée.

Le Professeur Zaw ainsi que tous les amis que nous avons là-bas nous ont demandé de soutenir le peuple Birman dans sa lutte



Le Pr Zaw Wai Soe lors de sa conférence à la journée de la SOFOP en 2019

pour la démocratie et la dignité. Notre seul moyen de les aider est de faire connaître leur détresse en espérant que cela poussera les gouvernements à agir.

Nous remercions la rédaction du BOF de nous avoir permis de témoigner au nom de tous nos collègues Birmans.

**Jean-Luc JOUVE,
Jérôme SALES de GAUZY**



BOURSE SOFCOT

Un an de fellowship au CHU de Québec

Service d'Orthopédie-Traumatologie, Hôpital de l'Enfant-Jésus, Québec, Canada
Novembre 2019 - Novembre 2020

Par **Philippe-Alexandre FAURE**, Lille, Boursier SOFCOT, session juin 2018



Introduction

Dans le cadre d'une année d'attente avant d'obtenir un poste d'assistant partagé au CHU de Lille/Hôpital Dron à Tourcoing, j'ai pu bénéficier d'un stage de moniteur clinique avec le Dr Etienne Belzile pendant 1 an. Initialement prévu comme deux stages, un avec le Dr Belzile à Québec et l'autre avec le Dr Beulé à Ottawa, la crise sanitaire du COVID-19 a empêché la réalisation du programme tel qu'initialement prévu.

Il s'agissait d'un « fellow clinique » en préservation articulaire de hanche qui est un domaine en plein essor, associant chirurgie arthroscopique et à ciel ouvert avec comme espoir de ralentir la dégénérescence arthroscopique secondaire à une pathologie mécanique. L'arthroscopie de hanche connaît une croissance notable [1] (de plus de 250 % entre 2007 et 2011 aux États-Unis) depuis la description du conflit fémoro-acétabulaire par Ganz [2]. L'ostéotomie péri-acétabulaire (PAO), décrite aussi par l'école Bernoise [3] a une survie sans prothèse à 30 ans de plus d'un tiers des patients. De même, la description de la luxation chirurgicale [4] (encore par Ganz) permet un accès global à la hanche pour la réalisation d'ostéoplasties fémorales et acétabulaires, ainsi que des gestes de reconstruction labrale, sans risque de nécrose céphalique fémorale. Il s'agit donc d'un domaine de la chirurgie orthopédique en pleine évolution, varié et passionnant.

Associée à cette activité de préservation articulaire, j'avais une part importante de chirurgie prothétique de hanche et de genou, ainsi qu'une activité de traumatologie.

Le voyage a aussi été l'occasion de découvrir un autre modèle de système de santé et de système hospitalier ouvrant les yeux sur un fonctionnement différent dont certains aspects permettent une optimisation du temps médical et de prise en charge des patients.



Figure 1. L'Hôpital de l'Enfant-Jésus, CHU de Québec

Système de santé

Le système de santé québécois, contrairement à notre vision de la médecine nord-américaine, est un système totalement public (en tout cas en orthopédie) sans secteur privé associé. Les médecins sont des indépendants affiliés à un poste au sein d'un centre hospitalier et payés à l'acte (chirurgical ou de consultation). Le recrutement des patients se fait à travers un système de demande en ligne par un autre confrère ou consœur et les malades sont ensuite adressés aux chirurgiens en fonction de la localisation géographique et des spécialités des équipes chirurgicales. Ceci permet d'éliminer en grande partie l'aspect « marketing » lié à des phénomènes de mode parfois présents dans notre spécialité ainsi que la concurrence (déloyale ou non).

L'absence de système parallèle est aussi une aubaine pour la formation des résidents (internes) puisque l'ensemble des pathologies et patients est pris en charge dans des centres de formation universitaire sans le biais des pathologies et patients complexes que l'on peut rencontrer dans les CHU Français, et sans le biais des pathologies du sportif vers les centres privés.

Il n'est évidemment pas parfait. Le nombre limité de postes disponibles pour les chirurgiens rallonge de manière importante les délais de rendez-vous et de programmation. Les délais de premier rendez-vous pour la pathologie arthrosique au CHU de Québec sont d'environ 1 an, de même que les délais de programmation, sachant que ceux-ci sont modulables en fonction de l'état du patient (narco-dépendance par exemple). Il n'y a pas de liberté d'installation des praticiens et les places en ville sont rares, forçant donc les chirurgiens à s'installer dans des régions éloignées ou conduisant au chômage (plus problématique dans les provinces anglophones).

Les remboursements par le RAMQ (Régime d'Assurance Maladie du Québec) sont limités par une problématique de coût, avec notamment l'absence de remboursement de la physiothérapie (sauf en post-opératoire pour l'arthroplastie). Les patients bénéficient donc souvent de moins de séances mais sont plus autonomisés avec des protocoles à respecter à domicile. Il en est de même pour les traitements médicamenteux, plus onéreux mais plus confortables pour le

patient (par exemple un anticoagulant oral en prévention thrombo-embolique après ostéosynthèse), qui ne sont pas remboursés et restent à la charge du malade.

Système hospitalier

Les hôpitaux québécois se voient octroyer un budget annuel par l'état, ce qui contraste fortement avec le système de tarification à l'activité français. La tarification à l'activité est proposée comme un modèle qui encourage l'augmentation de l'activité dans les hôpitaux et l'efficacité dans les services, cependant, son absence n'empêche pas les hôpitaux canadiens publics d'être efficaces. Au contraire, n'ayant pas ces contraintes liées à l'activité, la priorité reste la prise en charge optimale du patient. De même, les implants posés (inclus dans le budget hospitalier) ont une utilisation réfléchie au cas par cas pour optimiser la prise en charge du patient avec les implants les plus simples et les moins onéreux. Il est en revanche évident qu'en cas de situation scientifique favorable, il n'y avait aucun frein à l'utilisation d'implants coûteux. Aucun patient et/ou aucune chirurgie n'étaient considérés comme « perdants » pour l'hôpital puisque le budget n'en n'était pas dépendant.

Le paiement des praticiens à l'acte permet aussi un accès rapide et facile aux avis d'autres spécialités, qui suivent de manière conjointe les patients tant que cela est nécessaire.

Le Service

Il s'agit d'un service d'orthopédie-traumatologie générale universitaire au sein de l'Hôpital de l'Enfant-Jésus avec une activité de traumatologie majeure, étant le « *trauma center* » tertiaire pour une région d'environ 3 millions d'habitants et d'une superficie supérieure à celle de la France métropolitaine. Une quinzaine de chirurgiens pratiquent dans le service, avec 6 traumatologues dont 4 réalisent des ostéosyntheses de bassin. L'activité de préservation articulaire était réservée à mon patron de Fellow, le Dr Etienne Belzile, diplômée de Médecine à McGill ayant réalisé lui-même un Fellow en reconstruction de hanche et genou en Virginie, et en préservation articulaire à Harvard.

Il s'agit d'un service qui fonctionne selon les principes de la médecine basée sur les preuves, avec une remise en question constante des pratiques de service en fonction

des données de la littérature. Le service participe aussi à des projets scientifiques d'envergure internationale, notamment l'étude HEALTH [5] qui démontre la non-infériorité de la PIH dans les fractures du col comparé à la PTH et EPCAT-II [6] qui démontre l'équivalence d'efficacité de l'aspirine par rapport au rivaroxaban après J5 en prévention thrombo-embolique après PTH ou PTG. Nous appliquons progressivement les résultats de ces études au sein du service, ainsi que ceux d'autres travaux randomisés et contrôlés de qualité afin de proposer aux patients une prise en charge optimale et à jour.

Activité

Préservation articulaire

L'activité de préservation articulaire était vaste et passionnante. Du conflit fémoro-acétabulaire par effet came à la dysplasie de hanche (DDH) en passant par la pathologie pédiatrique et ses séquelles, les gestes proposés étaient variés et nouveaux pour moi. L'activité de consultation à deux, en compagnonnage, m'a permis d'acquérir des connaissances en examen clinique de la hanche jeune et parfaire la corrélation clinique et radiologique. En effet, de nombreux patients qui consultaient pour des anomalies radiologiques avec hanche douloureuse avaient des pathologies périarticulaires non chirurgicales et, pour d'autres, des douleurs musculo-tendineuses résistantes au traitement médical qui pouvaient être expliquées par une dysplasie (classiquement la tendinite ilio-pectinéale sur micro-instabilité dans le cadre d'une DDH). Nous avons une consultation partagée en chirurgie pédiatrique avec le Dr Caroline Forsythe, afin de dépister et traiter les grands enfants et adolescents notamment dans le cadre de séquelles d'épiphysiolyse et de maladie de Legg-Calvé-Perthes.

Nous réalisons régulièrement des arthroscopies de hanche avec ostéoplastie du col +/- acétabulum, associée à une réinsertion labrale dans la grande majorité des cas et une fermeture de la capsulotomie dans la quasi-totalité des cas (sauf hanche raide). Je peux donc apporter ces techniques à notre équipe à Lille ou en arthroscopie de hanche nous réalisons surtout des débridements du labrum sans fermeture capsulaire.

J'ai aussi été formé à la voie de Ganz, qui permet de réaliser des reconstructions du labrum quand on n'est pas encore à l'aise

en arthroscopie, des ostéoplasties à 360° sur des cames majeures et des ostéotomies sous capitales ou greffes cartilagineuses tout en respectant la vascularisation fémorale. Nous utilisons la même technique pour les resurfaçages afin d'optimiser notre exposition et diminuer le risque de nécrose et de col-lapsus.



Figure 2. Exemple d'une osteochondroplastie fémorale par voie de Ganz avec abaissement du Grand Trochanter sur une maladie de Legg-Calvé-Perthes.



Figure 3. Utilisation d'une impression 3D en planification préopératoire.

Quand a la DDH nous réalisons principalement des ostéotomies péri-acétabulaires (PAO), surtout chez les sujets jeunes. Cette chirurgie lourde permet une correction anatomique sur mesure et, contrairement à la butée, la couverture supplémentaire obtenue est cartilagineuse et non pas une métaplasie capsulaire. La survie à 20 ans est de 61 % globalement et 82 % en l'absence de signes radiographiques d'arthrose [7] contre 37 % en cas de butée [8].

Au total, lors du séjour, nous avons réalisé 18 PAO, 27 arthroscopies de hanche, 4 ostéoplasties du col par voie de Hueter, 4 luxations de Ganz et une ostéotomie du col fémoral selon Morscher.

Arthroplastie

Nous réalisons aussi bien des arthroplasties de hanche que de genou. Les chirurgiens du service ayant des techniques variées, j'ai pu découvrir la voie antérieure de Hueter sans table orthopédique ainsi que la voie de Hardinge, n'ayant connu que la voie postérieure lors de mon éducation Lilloise.

Une particularité Québécoise, et visiblement nord-américaine, est l'absence d'utilisation des anneaux de soutien en chirurgie de révision. Ils préfèrent des cupules « standard » rehaïtable avec vis (comme le Pinnacle de Depuy®) ou les cupules en métal trabéculaire (Continuum de Zimmer® par exemple) avec des résultats favorables. La double-mobilité étaient peu utilisée cependant, en raison du coût plus important.

La chirurgie du genou était semblable hormis la particularité de poser des PUCs sur mesure avec des guides de coupes spécifiques au patient dans le cadre d'un protocole de recherche avec un laboratoire local.

Nous avons réalisé sur l'année 126 PTH, 4 resurfaçages, 47 PTG et 10 PUCs dont 5 sur mesure.

Traumatologie

L'activité de traumatologie était vaste et réalisée par des traumatologues expérimentés. L'utilisation de techniques de staging pour les fractures à haute cinétique comme les pilons tibiaux et plateaux tibiaux de type Schatzker 4 et plus, était une découverte pour moi, car rarement utilisées à Lille sur des fractures fermées. Le temps précieux gagné entre la fixation externe et l'ostéo-

synthèse définitive permet une longue réflexion sur les abords et la synthèse définitive, et diminue les risques cutanés liés à la contusion tissulaire post-traumatique.

L'équipe prenait en charge régulièrement des fractures de bassin et de cotyle à un rythme d'une à deux par semaine. Au près d'eux j'ai pu assister, entre autres, à des ostéosynthèses par voie de Stoppa qui permettent une fixation bi-colonne avec un abord peu morbide.

Travaux de Recherche

La recherche fait partie intégrante de l'activité du service et des processus de décision. Les résidents sont tenus de publier un article par an pendant leur cursus allant du rapport de cas aux études randomisées. Les Drs Belzile et Pelet sont tous les deux éditeurs de l'OTSR par ailleurs.

Dans le cadre du fellow, j'ai pu participer à des articles en cours de publication concernant :

- la validation française du score iHOT 12 ;
- l'évaluation des cupules en métal trabéculaire dans les révisions de PTH ;
- l'utilisation de la PAO comme technique de tumorectomie monobloc de la hanche.

Nous avons lancé plusieurs projets de recherche qui sont en cours de réalisation dont :

- l'évaluation de la cinétique de marche dans les PUCs sur mesure ;
- la détermination du seuil de pression articulaire chondrotoxique à la hanche ;
- la validité des bonnes pratiques cliniques d'arthroscopie pour conflit fémoro-acétabulaire.

Conclusion

La réalisation d'un fellow clinique est enrichissant sur le plan professionnel (et per-

sonnel). Elle permet de découvrir des techniques novatrices non seulement dans son domaine de surspécialisation mais aussi dans les autres domaines de l'orthopédie. Elle ouvre aussi les yeux sur d'autres systèmes de santé, leurs atouts et défauts, ainsi que d'autres méthodes de fonctionnement hospitalier. Je remercie profondément toute l'équipe du CHU de Québec pour leur amitié et leurs enseignements ainsi que la SOFCOT qui m'a accordé cette bourse.

Philippe-Alexandre FAURE

Références

- [1] Palmer AJR, Malak TT, Broomfield J, Holton J, Majkowski L, Thomas GER, et al. Past and projected temporal trends in arthroscopic hip surgery in England between 2002 and 2013. *BMJ Open Sport Exerc Med.* 2016 Mar 1;2(1):e000082.
- [2] Ganz R, Parvizi J, Beck M, Leunig M, Nötzli H, Siebenrock KA. Femoroacetabular impingement: a cause for osteoarthritis of the hip. *Clin Orthop.* 2003 Dec;(417):112-20.
- [3] Ganz R, Klaue K, Vinh TS, Mast JW. A new periacetabular osteotomy for the treatment of hip dysplasias. *Technique and preliminary results. Clin Orthop.* 1988 Jul;(232):26-36.
- [4] Ganz R, Gill TJ, Gautier E, Ganz K, Krügel N, Berlemann U. Surgical dislocation of the adult hip a technique with full access to the femoral head and acetabulum without the risk of avascular necrosis. *J Bone Joint Surg Br.* 2001 Nov;83(8):1119-24.
- [5] HEALTH Investigators, Bhandari M, Einhorn TA, Guyatt G, Schemitsch EH, Zura RD, et al. Total Hip Arthroplasty or Hemiarthroplasty for Hip Fracture. *N Engl J Med.* 2019 Dec 5;381(23):2199-208.
- [6] Anderson DR, Dunbar M, Murnaghan J, Kahn SR, Gross P, Forsythe M, et al. Aspirin or Rivaroxaban for VTE Prophylaxis after Hip or Knee Arthroplasty. *N Engl J Med.* 2018 Feb 22;378(8):699-707.
- [7] Lerch TD, Steppacher SD, Liechti EF, Tannast M, Siebenrock KA. One-third of Hips After Periacetabular Osteotomy Survive 30 Years With Good Clinical Results, No Progression of Arthritis, or Conversion to THA. *Clin Orthop Relat Res.* 2017 Apr 1;475(4):1154-68.
- [8] Migaud H, Chantelot C, Giraud F, Fontaine C, Duquenois A. Long-term survivorship of hip shelf arthroplasty and Chiari osteotomy in adults. *Clin Orthop.* 2004 Jan;(418):81-6.



Figure 4. Le célèbre Château Frontenac sur le fleuve Saint-Laurent.