

Éditorial

Le congrès 2022 : un carrefour de rencontres et d'échanges, modernisé et convivial

Par **Stéphane BOISGARD**, Président du CNP-COT
et **Philippe MASSIN**, Président de la SOFCOT



Le congrès 2022 marque l'émergence d'une période difficile pendant laquelle les activités de la SOFCOT et du CNP ne se sont pas arrêtées ni ralenties. L'œuvre de modernisation de notre société, son adaptation aux

nouveaux modes d'exercice et aux aspirations de nos collègues les plus jeunes se poursuit.

Les partenariats avec l'industrie se sont modernisés et sont décrits dans des contrats de coopération annuels, permettant au-delà de la participation au congrès, toujours d'actualité, de soutenir nos activités virtuelles tout au long de l'année. Les contributions de l'industrie pourront aussi s'exprimer par le biais de la fondation FICOT, organisation d'intérêt général dont l'action se recentre sur la formation des internes. Une soirée de rencontre avec nos partenaires industriels sera initiée, permettant les échanges avec nos collègues libérés de toute obligation présentielle aux présentations scientifiques le **jeudi 10 novembre** à partir de 18 heures.

La journée des spécialités sera reportée au troisième jour de congrès, permettant aux collègues de se retrouver dans leur cœur de métier après avoir participé aux activités plus générales d'Orthorisq et aux séances inaugurales du **mercredi 9 novembre** avec notamment la table ronde sur la pertinence des soins, la conférence de notre invité d'honneur, Christian Morel concernant les décisions absurdes et les situations tunnelisantes et la table ronde AFIDEO/SNITEM au sujet des nouvelles réglementations de mise sur le marché des dispositifs implantables. Le **jeudi 10 novembre** sera le jour des tables rondes : innovations en chirurgie prothétique avec la SFHG, société partenaire mise à l'honneur ; la table ronde de nos hôtes anglais consacrée à la conservation du ligament croisé antérieur dans les arthroplasties de genou sans oublier la table ronde de la SFA. Les deux symposiums auront lieu le **mercredi 9** et le **jeudi 10 novembre** (arthroplasties de hanche sur fractures de l'acetabulum ; prise en charge des ruptures de la coiffe des rotateurs).

Les initiatives des déjeuners débats sont poursuivies, après leur succès de l'année dernière. Ces déjeuners permettront de présenter le thème du prochain congrès (relation privé et public) et d'aborder les sujets brûlants (santé des chirurgiens avec notamment leur exposition au syndrome du *burn out*, pratique privée *versus* publique, modalités et influence de la féminisation de notre spécialité).



Bulletin des Orthopédistes Francophones
organe de liaison édité par la SOFCOT

sommaire interactif

éditorial

- Congrès SOFCOT 2022 : la modernisation de notre société se poursuit 1

Dossier - Intégrité scientifique

- Intégrité scientifique : état des lieux 3

démarche médicale et mathématiques

- Démarche médicale et esprit mathématique vont-ils bien ensemble ? 35

comptes rendus

- Une année de Master 2 : la découverte d'une grande collaboration entre cliniciens et biomécaniciens 40
- Rapport de mobilité : University of Iowa Hospitals & Clinics, USA 43

réunions scientifiques Cliquez ici

9-11
NOVEMBRE 2022

PALAIS DES CONGRÈS,
Paris, France

sofcot-congres.fr

Cliquez ici pour
télécharger le
programme

→ Pertinence des soins



SOFCOT



→ NATION INVITÉE
GRANDE-BRETAGNE



→ SOCIÉTÉ
MISE À L'HONNEUR
La SFHG
Société Française de Chirurgie
de la Hanche et du Genou

Soyez connecté
#SOFCOT22



sofcot-congres.fr

SECRÉTARIAT SCIENTIFIQUE

56 rue Boissonnade
F-75014 Paris
Tél. : +33 (0)1 43 22 47 54
www.sofcot.fr



ORGANISATION

13, rue du Dr Combalat
13006 Marseille
Tél : +33 (0)4 91 94 54 72
contact@sofcot-congres.fr



QUINZE MAI

Des emplacements seront consacrés à des sujets d'actualité comme le forum dock en stock, animé par les équipes de « what's up doc », au sujet de la première installation, ou aux prochaines modalités techniques d'exercice avec le stand du bloc du futur, véritable laboratoire informatique concentrant toutes les informations nécessaires à la prise en charge des patients : dossier information, traçabilité des dispositifs implantables, renseignement du registre, classement des documents radiographiques avec un accès facilité.

Le congrès est notre principal événement de rencontre présentiel annuel. C'est un carrefour de rencontres, d'échanges, de controverses, de partage de nos joies, de nos problèmes, et de présentation des travaux scientifiques soumis aux réactions et aux commentaires des collègues avant leur finalisation écrite pour publication. C'est un lieu de formation avec les conférences d'enseignement, qui pourront être réécoutes au cours de l'année notamment dans la médiathèque du site de la SOFCOT.

Sur le plan professionnel, nous sommes en cours de négociations pour : modifier la nomenclature et à terme la rémunération attenante, éviter autant que faire se peut l'intégration de nos dispositifs médicaux dans les GHS, et obtenir des aménagements pour la nouvelle réglementation sur la « Medical Device Regulation » (MDR), qui si elle est appliquée dans des délais courts, va poser la question de la disponibilité de certains matériels implantables.

D'autre part, nous avons avec ces mêmes pouvoirs publics, établi les éléments qui permettront de répondre, de la façon la moins contraignante possible, à nos obligations d'autorisation d'opérer telle ou telle pathologie dans nos établissements, ainsi qu'aux obligations de l'accréditation et de la certification périodique. Rassurez-vous, vous êtes perdus avec ces concepts, mais nous sommes là pour vous faciliter les choses. Pour ce faire nous allons mettre à la disposition de tous les orthopédistes une suite logicielle gratuite qui permettra le suivi des patients selon des règles établies par les sociétés savantes. Cette solution informatique automatisera la récolte de données, facilitant ainsi nos obligations pour l'ac-

créditation et la certification. De plus elle nous donnera tous les éléments nécessaires pour pouvoir définir le meilleur parcours patient, et négocier ainsi auprès des pouvoirs publics les moyens nécessaires à notre mission.

En tant que présidents nous avons eu le plaisir de travailler ensemble mais aussi avec beaucoup d'entre vous, sur tous les thèmes scientifiques et professionnels,

qui ont jalonné cette année. Ce congrès 2022 sera la traduction de ce dynamisme collectif, au service de tous, pour une orthopédie moderne, innovante qui garde la convivialité nécessaire au plaisir de travailler ensemble.

Stéphane BOISGARD,
Président du CNP-COT

Philippe MASSIN,
Président de la SOFCOT

Programme What's up doc x SOFCOT

Par **Didier MAINARD**, Président du GECO et **Philippe MASSIN**, Président de la SOFCOT

La SOFCOT se préoccupe de la carrière des plus jeunes. Cette année, elle accueille pendant son congrès le Forum Doc en Stock dédié à l'installation sous toutes ses formes.

L'installation est devenue une étape clé de la réussite professionnelle soumise à de nombreuses réglementations sur la confidentialité, l'information du patient, la promotion de sa pratique professionnelle.

Habituellement, cette phase difficile de la carrière chirurgicale était passée sous silence, chacun devant se débrouiller et découvrir sur le tas les aléas, les difficultés qui s'y rapportent, et se retrouvant parfois confronté aux conséquences de mauvaises décisions. Il était donc important que les aînés partagent leur expérience et guident leurs jeunes et parfois moins jeunes collègues. L'évolution des carrières montre en effet un décloisonnement entre l'activité salariée hospitalière et la pratique libérale dans les grands groupes privés, chacun d'entre nous pouvant à un moment ou l'autre être amené à changer de conditions d'exercice dans un sens ou dans l'autre.

Il fut un temps où l'activité libérale des hospitaliers n'était pas soumise aux mêmes exigences que celles de l'activité libérale exclusive notamment en termes d'accréditation ; mais cette époque est

révolue avec une évolution vers des modalités de fonctionnement uniques en termes de recertification, formation professionnelle continue avec notamment l'amélioration des pratiques professionnelles par la participation aux activités d'Orthorisq, l'appartenance au CNP-COT comme à la SOFCOT. Il est donc temps d'apprendre les modalités d'une installation réussie.

C'est le GECO qui a pris l'initiative d'organiser des journées annuelles consacrées à ce sujet, permettant d'aborder les modalités financières, juridiques, médicales de l'installation. Cette année, la SOFCOT a choisi de relayer et de soutenir cette initiative au cours de son congrès. Il ne s'agit pas de reproduire les journées du GECO mais de les promouvoir en offrant un forum d'échange et de dialogue abordant les différentes facettes de l'exercice libéral (exclusif, mixte privé/public ou activité libérale hospitalière) sur des sujets ciblés à l'avance et traités sur un mode interactif.

Nous remercions What's up doc de nous avoir aidé à l'organisation de ce premier forum en espérant qu'il réponde aux attentes de nos jeunes collègues et, en particulier, qu'il permette de proposer un véritable accompagnement à ceux qui en éprouvent le besoin.



Intégrité scientifique : état des lieux

Dossier coordonné par Rémi KOHLER, Hervé MAISONNEUVE, Henri MIGAUD

Note de la rédaction

Y aurait-il parmi nos collègues des auteurs de publications peu scrupuleux, capables de plagiat ou de falsifications de données et y aurait-il parmi les éditeurs et les revues qu'ils soutiennent des prédateurs dont le but principal est de détourner des fonds à des fins mercantiles tout en récompensant ceux qui publient beaucoup sans se soucier de la qualité des publications ? La diffusion de « mauvaise science » peut ainsi se faire par ce canal, sans réel contrôle, à moindre frais et de manière rapide.

Dans le dictionnaire *Robert*, le mot intégrité est défini comme suit : *Intégrité n. f. : Honnêteté, probité absolue*. Le problème de l'intégrité scientifique est donc posé. Il est bien réel et dans certains cas il devient difficile, au point d'avoir reçu de la part du Haut Conseil de l'Évaluation de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur (HCERES), la définition suivante : « *L'intégrité scientifique est l'ensemble des valeurs et des règles qui garantissent l'honnêteté et la rigueur de la recherche et de l'enseignement supérieur. Elle est indispensable à la cohésion des collectifs de recherche et à l'entretien de la confiance que la société accorde à la science* ».

L'idée d'exposer un dossier sur ce sujet dans le Bulletin des Orthopédistes Francophones nous a été soumise par Rémi Kohler il y a maintenant un an. L'importance du sujet nous a fait répondre immédiatement de façon positive.

Rémi Kohler, Hervé Maisonneuve et Henri Migaud ont réuni une équipe d'experts autour de l'intégrité scientifique. Ces derniers analysent parfaitement les mauvaises pratiques ainsi que les dérives constatées chez les auteurs comme chez les éditeurs.

Bien plus, et au-delà du non-respect de l'intégrité scientifique, les auteurs livrent quelques recommandations qui doivent prévaloir pour une publication efficace et reconnue pour ne pas tomber dans le piège des revues prédatrices.

Il importe toutefois de garder présent à l'esprit que la plupart des chercheurs, auteurs et éditeurs sont parfaitement honnêtes.

Il faut remercier très vivement Rémi Kohler, Hervé Maisonneuve, Henri Migaud ainsi que tous les experts qui ont contribué à la réalisation de ce dossier, notamment pour la qualité et la pertinence de leurs analyses.

Phillippe MERLOZ

Rédacteur en Chef du Bulletin des Orthopédistes Francophones et de la Lettre du CNP-COT

sommaire du dossier

Dossier - Intégrité scientifique

- **Préface**
L'irrésistible ascension de l'intégrité scientifique 4
Pierre Corvol
- **Chapitre 1**
Intégrité scientifique : définition, historique et périmètre du sujet 5
Rémi Kohler
- **Chapitre 2**
L'Intégrité scientifique : entre droit, éthique et déontologie 10
Henry Coudane, Olivier Jardé, Jane Laure Danan
- **Chapitre 3**
De l'erreur honnête à la fraude : les petits arrangements avec les données 12
Hervé Maisonneuve
- **Chapitre 4a**
Éthique de la recherche sur la personne humaine : ce qu'a changé la loi Jardé pour nous et nos pratiques 14
Philippe Clavert
- **Chapitre 4b**
Éthique de la recherche sur la personne humaine : le comité IRB-SOFCOT 16
Didier Mainard
- **Chapitre 5**
Publish or perish : naviguer entre score bibliométrique et intégrité scientifique 17
Stéphane Boisgard
- **Chapitre 6**
Référénts déontologues et référénts intégrité scientifique 18
Joël Moret-Bailly
- **Chapitre 7**
Le comité d'éthique de la revue OTSR-RCOT 19
Rémi Kohler, Philippe Beaufils, Henry Coudane, Hervé Maisonneuve, Henri Migaud
- **Chapitre 8**
Le rôle concerté de l'éditeur et du rédacteur en chef en cas de conflit 23
Pascal Léger, Henri Migaud
- **Chapitre 9**
Une conduite responsable de la recherche pour améliorer les pratiques 26
Hervé Maisonneuve
- **Chapitre 10**
Intégrité scientifique et *open access* 28
Philippe Beaufils
- **Chapitre 11**
Revue prédatrices et intégrité scientifique 32
Julien Dartus, Henri Migaud

L'irrésistible ascension de l'intégrité scientifique

Par **Pierre CORVOL**

Professeur émérite au Collège de France, administrateur honoraire du collège de France
Collège de France, 11 place Marcelin Berthelot, 75005 Paris
Auteur, avec la contribution de Rémy Gicquel, du rapport "Bilan et propositions de mise en œuvre de la charte nationale d'intégrité scientifique" (juin 2016)
pierre.corvol@college-de-france.fr

Consacrer tout un dossier à l'intégrité scientifique dans ce numéro du Bulletin des orthopédistes francophones (BOF) est une belle et utile initiative que l'on souhaiterait voir suivie par d'autres revues et journaux de spécialité médicale. L'intégrité scientifique, soit « *l'ensemble des règles et des valeurs qui garantissent le caractère honnête et rigoureux de l'activité de la recherche* », s'est aujourd'hui imposée comme partie intégrante de l'exercice de toute recherche. Toutefois, sa prise de conscience et sa reconnaissance sont récentes, elles ne datent que d'une trentaine d'années. Longtemps les fraudes de tous ordres (falsification, fabrication des résultats, plagiats) et les méconduites scientifiques moins graves ont été ignorées, minorées, sous-estimées, voire déniées. La vue d'une science pure a longtemps prévalu, comme l'exprimait Henri Poincaré qui déclarait même en 1910 « *qu'il ne peut y avoir de science immorale* » ou encore que « *la science peut jouer un rôle important dans l'éducation morale* ». Hélas, cette vue angélique est balayée par une compétition féroce entre chercheurs, institutions et pays, essentiellement liée à des enjeux d'argent, de financement, de carrière et de notoriété.

Pendant longtemps, les institutions de recherche ont préféré passer sous silence les manquements à l'intégrité scientifique de leurs chercheurs ou de leurs équipes par peur de nuire à leur réputation en les révélant. Aujourd'hui, l'intégrité scientifique n'est plus un sujet tabou. On en parle et on agit. Plusieurs cas spectaculaires de fraude scientifique, aussi bien dans les sciences dures que dans les sciences du vivant, ont défrayé la chronique et ont été largement relayés dans les médias. Les fraudes dans le domaine biomédical peuvent avoir des conséquences dramatiques et durables du fait de leur diffusion dans les médias et les réseaux sociaux. Ainsi, le rejet ou la défiance actuelle vis-à-vis des vaccins ont été alimentés par une publication dans

The Lancet d'Andrew Wakefield en 1998 qui attribuait des cas d'autisme chez l'enfant à une triple vaccination rougeole-oreillons-rubéole. Il a fallu attendre 10 années pour que cette publication soit reconnue comme fabriquée de toutes pièces. Elle a pu contribuer à la campagne antivax durant la pandémie de COVID-19. A côté des fraudes spectaculaires, il existe de nombreux types d'inconduites, plus véniels en apparence, mais qui enfrennent l'intégrité scientifique et qu'on désigne sous le terme de « zone grise de l'inconduite scientifique ». Il y a de multiples manières de manipuler les résultats pour les rendre plus attrayants pour le référé, le lecteur et l'éditeur, mais ce sont autant de véritables manquements à l'intégrité scientifique. Ils sont aujourd'hui plus facilement repérés grâce aux outils numériques d'analyse de textes et d'images, ils sont plus médiatisés via les réseaux sociaux, plus signalés dans les revues scientifiques et sur le site *Pubpeer* ou encore *Retraction watch* et, enfin, plus sanctionnés. La zone grise de l'intégrité

scientifique prédomine de loin et est encore trop souvent ignorée ou mésestimée, comme l'a rapporté récemment une équipe de chercheurs en sociologie du CNRS dans une étude menée sur plus de 2 000 chercheurs, ingénieurs et techniciens.

Au cours des années 1990-2020, la communauté scientifique a réagi face à ces méconduites scientifiques : aux Etats-Unis, l'*Office of Research Integrity* (ORI) a été créé en 1992 pour instruire les allégations de fraude ; puis des déclarations, des rapports, des chartes ou des codes de conduites ont été produits et diffusés pour sensibiliser les chercheurs à cette question : déclaration de Singapour en 2010, code de conduite du chercheur pour l'intégrité scientifique ALLEA 2011/2017, etc. En France, une Charte nationale de déontologie des métiers de la recherche a été écrite et signée en 2015 par 8 établissements de recherche (aujourd'hui, 64 établissements l'ont adoptée) suivie en 2016 par un rapport sur la mise en œuvre d'une charte de l'intégrité scientifique. Les mesures prises depuis 2017 contribuent à renforcer la conduite intègre en science : formation obligatoire à l'éthique et à l'intégrité scientifique au cours du cursus doctoral en science, création de l'Office Français d'Intégrité Scientifique (OFIS), nomination d'un référent intégrité scientifique dans les universités et les organismes de recherche dont le nombre est passé de 60 en 2016 à 153 en 2022 (<https://www.hceres.fr/fr/liste-des-signataires-des-chartes-et-des-referents-integrite-scientifique>). La nomination d'un référent



déontologique dans ces établissements complète le dispositif. Grâce à la Loi de la programmation de la recherche du 24-12-2020, suivie d'un décret d'application en décembre 2021, l'intégrité scientifique dispose aujourd'hui d'un cadre juridique. Cette mesure est déterminante et marque le passage d'un droit souple (celui des recommandations et des codes de conduite) à un droit contraignant.

Le respect de l'intégrité scientifique ne repose pas uniquement sur les épaules des doctorants et des chercheurs. Elle est l'affaire de toutes les parties prenantes de la recherche : opérateurs de recherche (universités et organismes de recherche), agence de moyens (ANR en France), directeurs de thèses et encadrants. Les éditeurs et les rédacteurs des revues scientifiques assument la responsabilité de la publication d'articles qui doivent souscrire aux règles éthiques et de l'intégrité scientifique. Ce dossier « Intégrité scientifique » du BOF aborde les différents volets d'une conduite intègre en recherche, avec la complexité qu'apportent en plus les obligations éthiques de la recherche sur la personne humaine. Il pose la grande question des injonctions contradictoires qui sont faites aux chercheurs : d'un côté, publier dans les meilleures revues, à haut facteurs d'impact, ce qui les amène à soigner leurs indices de

notoriété internationale (le H index, par exemple), et de l'autre, respecter rigoureusement les règles de l'intégrité scientifique.

La pression mise sur les chercheurs ouvre la porte aux dérives des méconduites scientifiques, aux interventions médiatiques irresponsables, à l'utilisation de revues prédatrices pour la publication accélérée de travaux médiocres ou questionnables. Il ne peut y avoir de réponse simple et immédiate au trop bien connu *publish or perish*, mais des éléments de progrès encourageants proviennent de l'ouverture de la science et du mouvement en cours sur une réorganisation de l'évaluation de la recherche. Le dossier traite ici des conduites responsables de la recherche pour améliorer les pratiques, il analyse en quoi l'ouverture des publications, des données de la recherche et des codes peut contribuer au respect de la véracité des résultats et à l'intégrité scientifique. Une refonte de l'évaluation de la recherche est aussi indispensable car elle repose beaucoup plus à l'heure actuelle sur des index bibliométriques quantitatifs que sur des critères qualitatifs pertinents. La prise de conscience d'une nécessaire évolution de l'évaluation de la recherche s'est concrétisée en 2012 avec la déclaration dite DORA (*Declaration Of Research Assessment*) publiée par des membres de la Société américaine de biologie cellulaire et un groupe d'éditeurs

de revues scientifiques. En 2022, l'Europe a fait sienne cette préoccupation en signant une déclaration commune pour modifier l'évaluation de la recherche. Le chemin sera long et ardu, étant donné les multiples difficultés qui sont rencontrées : spécificité des différentes disciplines scientifiques requérant des traitements différents, nécessaire cohésion au niveau international pour partager les mêmes objectifs d'intégrité, résistance d'une partie de la communauté scientifique, travail supplémentaire pour les référés.

L'intégrité scientifique a pris son envol aujourd'hui et irrigue le politique. Parce que les violations de l'intégrité scientifique portent atteinte à la confiance dans la science et le gouvernement, le président américain Joe Biden a rappelé, dès les premiers jours de son mandat, que les décisions gouvernementales doivent être fondées sur une recherche scientifique rigoureuse, intègre, exempte de suppression ou de distorsion pour des raisons politiques (rapport *Protecting the integrity of government science* du Conseil national de la Science et de la Technologie, janvier 2022). Nous pouvons contribuer, nous aussi, à notre modeste mesure, à l'irrésistible ascension de l'intégrité scientifique.

Pierre CORVOL

Intégrité scientifique : définition, historique et périmètre du sujet

Par Rémi KOHLER

Professeur émérite, membre du comité d'éthique de la revue OTSR, remi.kohler@sfr.fr

Le nouveau dossier reprend et développe les travaux d'une Table ronde qui s'est tenue en novembre 2021 lors du congrès de la SOFCOT, tous consacrés à l'intégrité scientifique (IS) ; il s'inscrit pleinement dans la suite de 2 précédents dossiers du BOF consacrés à l'éthique en orthopédie [1] et à la rédaction médicale en orthopédie [2].

L'intégrité scientifique reste encore mal connue alors qu'elle tient une place essentielle

dans la recherche et dans les publications, particulièrement en médecine et en biologie. La SOFCOT a toujours été en avance sur ces questions, que ce soit lors des séances annuelles consacrées à la rédaction médicale (initiées en 2011 et qui ont déjà consacré 13 communications autour de ce sujet entre 2012 et 2020), par la création en 2018 d'un comité d'éthique au sein de sa revue OTSR (voir chapitre 7) et par la rédaction, la même année, d'une charte d'éthique en orthopédie publiée dans son livre blanc [3], par son

conseil scientifique qui comporte un comité IRB-SOFCOT (*institutional review board*) traitant de l'éthique des études cliniques hors loi Jardé (voir chapitre 4b) et, enfin, par la publication dans le BOF de ces dossiers.

La définition la plus simple de l'intégrité scientifique (traduction directe de l'anglais *scientific integrity*) est celle qu'en donne l'article 1^{er} du décret du 3 décembre 2021 : « L'intégrité scientifique mentionnée à l'article L.211-2 du code de la recherche se définit comme l'ensemble des règles et valeurs qui doivent régir les activités de recherche pour en garantir le caractère honnête et scientifiquement rigoureux » (Figure 1). Ces règles et valeurs donnent à l'IS le statut de valeur morale, aux confins de la déontologie, de l'éthique et du droit (voir chapitre 2).

Le développement de cette notion remonte à une trentaine d'années aux Etats-Unis [4] : au début des années 1990 y est

Chapitre 1

créé un bureau de l'intégrité scientifique en recherche (OSIR) dont l'importance sera croissante et qui précisera les modalités de surveillance de la recherche publique (déclaration en 2000 du *Federal register*, suivie d'un règlement *Policies on Research misconduct*, ajouté en 2005 à la Loi sur les services de santé publique (PHS)). Le terme d'inconduite en recherche (*research misconduct*) est forgé. Et parallèlement, en Angleterre, est créé en 1997, par des rédacteurs et éditeurs de revues scientifiques le *Committee on Publication Ethics* (COPE) (voir chapitre 7).

Une dynamique va alors s'installer partout en Europe, et en particulier en France, dans les années 2010 (mentionnons la publication dès 2012 dans *La Presse médicale* d'un dossier consacré à la fraude dans les publications biomédicales [5]) puis va s'accélérer à partir de 2015 avec l'élaboration d'une « charte de déontologie des métiers de la recherche » sous l'égide du CNRS [6] et surtout la publication du « rapport Corvol » [7] remis en juin 2016 au Ministre de l'Enseignement Supérieur. S'inspirant du rapport Alix de 2010, qui n'avait pas été rendu public, il marque un tournant et sera à l'origine de la création de l'Office Français de l'Intégrité Scientifique (OFIS, branche du HCERES) ainsi que de nombreuses chartes et recommandations de bonne pratique [8, 9]. Un collectif de près de 90 sociétés savantes publié à l'automne 2020, au cœur de la pandémie, une tribune dans la presse grand public alertant sur ce fléau qu'est la fraude scientifique et réclamant la définition de règles garantissant l'IS et celle-ci viendra alors s'installer dans un cadre législatif au tournant des années 2020 (Encadrés 1 et 2). Citons l'important rapport parlementaire de mars 2021 (140 pages !) « *Promouvoir et protéger une culture partagée de l'IS* » [10] qui constitue une synthèse approfondie de cette question et propose des pistes d'amélioration (voir chapitre 9). Cette culture de l'intégrité est un progrès salutaire, tout autant que l'a été celle de la rédaction médicale, en donnant au lecteur un gage de confiance dans les travaux mis à sa disposition. Et toutes les deux s'apprennent ! [3, 11]. Aujourd'hui, deux sources importantes et libres d'accès permettent de suivre l'actualité sur ce sujet : le blog de H. Maisonneuve « *Revue et Intégrité* » (<https://www.redactionmedicale.fr/>) et la récente « *Infolettre de l'OFIS* » (<https://www.hceres.fr/fr/infolettres-de-lofis>).

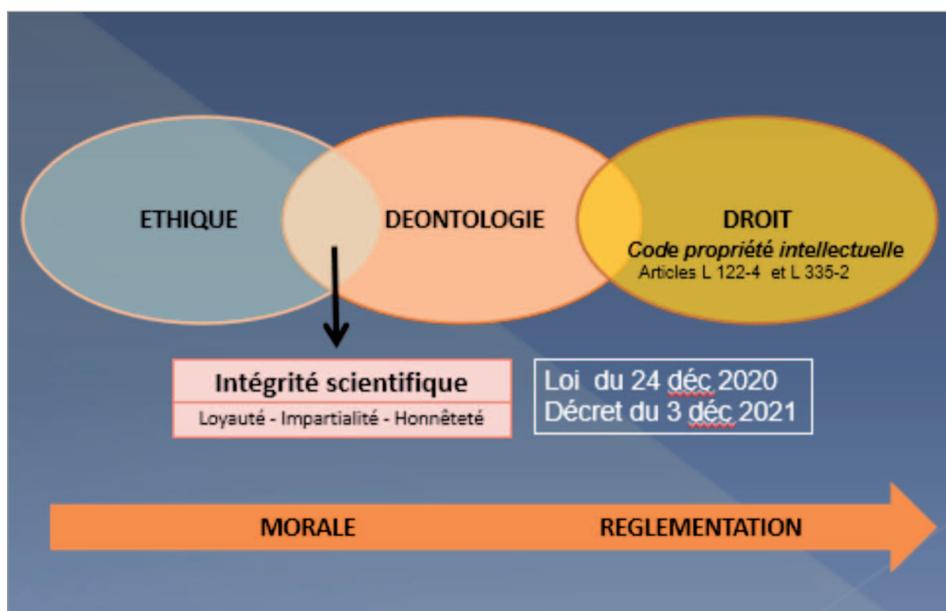


Figure 1 - Ethique, intégrité scientifique, déontologie et droit

Cet essor de l'IS est lié en grande partie à la révélation de plusieurs « affaires » qui ont touché la communauté scientifique après la publication d'articles dans des revues scientifiques de grande notoriété, articles dont l'honnêteté et la rigueur ont été mis en cause et ont conduit à leur rétractation (Encadré 3). Le site *retractionwatch*, créé en 2010, analyse ces cas et permet ainsi à la presse grand public de les relayer en en faisant parfois des gros titres. Cette situation, certainement pas nouvelle, a été amplifiée dans un contexte sociétal de « souci de transparence » et débusquée par des sites lanceurs d'alertes comme *Pubpeer* créé en 2012 : qualifié par certains de « site de merde ! » à l'origine de délation sous couvert d'anonymat, ce « journal club en ligne » a néanmoins révélé plusieurs scandales suivis de rétractations. Démarche salutaire mais assortie parfois de jugements radicaux (parfois erronés ou, en tout cas, exagérés) qui ont eu des conséquences regrettables sur le plan personnel pour les auteurs mis en cause.

Quelles sont ces inconduites (misconducts) ?

Ces inconduites sont de « gravité » variable allant, selon un continuum insidieux, de la faute intentionnelle à la simple négligence en passant par des « petits arrangements » joliment appelés « embellissements de données » [12] et qui constituent selon H. Maisonneuve « *un sport admis et pratiqué par les chercheurs, les revues et les dirigeants des universités et des institutions* » parce

que la frontière entre licite et illicite est parfois mobile et floue (voir chapitre 3).

On peut identifier plusieurs types d'inconduites (Encadré 4) dont trois sont majeures, représentées dans le jargon des éditeurs par le sigle FFP : la Fabrication et la Falsification de données et le Plagiat, dont il existe plusieurs variantes [13]. Elles relèvent de la fraude caractérisée et ont, pour les deux premières, un impact possible sur la santé de la population. Si le plagiat ne nuit pas au malade, c'est une atteinte à la propriété intellectuelle qui n'est pas anodine. Ensuite, ont été identifiées d'autres inconduites, tant dans les publications que dans les protocoles de recherche sur la personne (voir chapitre 4) et incluant aussi la vaste question des liens d'intérêts [2, 14] : l'éditorial du *JAMA* du 19 octobre 2018 consacré à l'IS écrit « *l'omission par un chercheur de déclarer un lien d'intérêt scientifique significatif avec ses recherches peut constituer une falsification* ».

Le nombre de ces inconduites est difficile à appréhender [15] : plus visibles dans les « grandes revues » en raison de leur retentissement, moins dans des revues à faible facteur d'impact ou sans comité de lecture. S'il est classique de dire que l'immense majorité des chercheurs exerce son activité de recherche de façon intègre et responsable et publie des travaux honnêtes et rigoureux, il ne faut pas pour autant faire preuve d'angélisme ; sans succomber à une suspicion généralisée, prenons acte de la mise en garde de R. Horton dans un éditorial choc

du *Lancet* en 2015 [15], laissant entendre que la moitié environ des travaux scientifiques ne serait pas intègre (*untrue*) du fait de protocoles imparfaits, de petits arrangements dans les résultats ou de conflits d'intérêts.

Pourquoi de tels manquements à l'IS ?

Les modalités de recrutement et de promotion des chercheurs par les instances universitaires (les CNU) ainsi que par les grandes structures de recherche publiques ont mis en avant dans les « titres et travaux » des candidats, en sus de nombreux autres critères, la production d'un score bibliométrique élevé résultant de leurs publications : c'est le fameux *publish or perish* ! (voir chapitre 5). Il est probable que cette injonction répétée de course à l'impact fasse le lit de ces déviances, un paradoxe qui va à l'encontre de l'exigence de loyauté dont ces instances sont la caution. Elles se doivent au contraire de privilégier la qualité et l'intégrité des travaux *versus* leur quantité et réduite à des chiffres (points d'*Impact Factor*, facteur H, score SIGAPS, etc.). Deux récentes déclarations abondent dans ce sens : en décembre 2021, celle intitulée « DORA » (connue sous le nom de « déclaration de San Francisco sur l'évaluation de la recherche » [17]) et, en juillet 2022, la « déclaration européenne commune sur les principaux engagements pour modifier l'évaluation de la recherche » [18] ; on y lit que « l'évaluation qualitative des travaux doit être privilégiée et l'examen par les pairs est central, soutenu par une utilisation responsable des indicateurs bibliométriques comme l'IF et le facteur H ». Souhaitons que ce POP (*publish or perish*) se transforme en TOP (*transparency openness promotion*) : ouverture, partage des données, science ouverte, collaboration [19].

Les comités de lecture des revues, aidés par leurs comités d'éthique, sont à la manœuvre pour chasser la fraude et débusquer ces inconduites mais ils ne sont pas infaillibles malgré des outils performants (voir chapitre 7). Et la récente apparition de l'*open access* (voir chapitre 10), ainsi que des revues dites « prédatrices » (voir chapitre 11) qui acceptent, souvent contre rémunération, des articles non filtrés par le *peer review*, contribuent également à l'essor de ces inconduites. Bref, une grande vigilance s'impose et l'IS devra imprégner cette culture de la recherche tant elle constitue une sorte d'antidote à celles-ci. A titre préventif, elle devrait avoir sa place dès les premières années des études supérieures.

Où en est-on aujourd'hui ?

ou « *Ça va mieux que ça a pas été !* » (Plaisante sagesse lyonnaise)

Peut-on faire un premier bilan sur la « pénétration » de l'IS dans la culture de la recherche au terme de ces récentes années fertiles en rapports, déclarations, chartes, codes de conduite ? Les instances de veille éthique, prévues dans les revues et les institutions, ont-elles été mises en place ? Font-elles les contrôles impartis ? Sont-elles encouragées et soutenues dans leur mission par leurs dirigeants ? Ont-elles des moyens pour décourager les scientifiques qui embellissent les données ? Ont-elles enfin une possibilité de sanction en cas d'inconduite grave, et est-ce leur rôle ?

Encadré 1 Principales étapes dans l'histoire récente de l'IS

2010

- Rapport de J.P. Alix sur l'IS et la fraude en recherche
- Création du site *retractionwatch*

2012

- Création du site *pubpeer*

2015

- Charte nationale de déontologie des métiers de la recherche (CNRS)

2016

- Rapport de P. Corvol : *bilan et propositions pour la mise en œuvre de la charte sur l'IS*

2017

- Création de l'Office Français de l'Intégrité Scientifique (OFIS)
- Charte éthique et déontologique des facultés de médecine

2018

- Code de conduite européen pour l'intégrité en recherche (ALLEA)
- Charte éthique de la SOFCOT
- Création du Comité d'éthique de la revue OTSR/RCOT

2021

- Rapport au Parlement (OPECST) *Promouvoir une culture partagée de l'IS*
- Déclaration de Los Angeles sur l'évaluation de la recherche (DORA)

2022

- Déclaration européenne commune pour modifier l'évaluation de la recherche

Encadré 2

Principaux textes réglementaires concernant l'IS

La loi du 26 janvier 2016 de modernisation de la santé (Loi Touraine) a créé l'article L 4113-13 du CSP qui précise l'obligation aux membres des professions médicales d'indiquer leurs liens d'intérêt lors de publications ou de manifestations publiques.

La loi du 24 décembre 2020 de programmation de la recherche 2021-2030 définit l'IS dans son article 16, repris dans l'article L 211-2 du code de la recherche : « Les travaux de recherche... respectent les exigences de l'intégrité scientifique visant à garantir leur caractère honnête et scientifiquement rigoureux et à consolider le lien de confiance avec la société. L'IS contribue à garantir l'impartialité des recherches et l'objectivité de leurs résultats ».

[Impartialité s'oppose à « liens d'intérêt »]
[Objectivité s'oppose à « fabrication ou falsification de données »]

De cette loi découle également un additif à l'article L 612-7 du code de l'éducation, le « serment du chercheur » : « ...à l'issue de la soutenance de thèse, le candidat doit prêter serment en s'engageant à respecter les principes et les exigences de l'IS, dans des conditions fixées par arrêté du ministre de la recherche ».

Le décret du 3 décembre 2021 précise les conditions pour le respect des exigences de l'IS et prévoit notamment la fonction de référent à l'IS dans les établissements publics, avec les moyens nécessaires à l'exercice de ses missions.

Et il faut aussi rappeler, en lien avec notre sujet :

- le code de la propriété intellectuelle qui régit la propriété intellectuelle des auteurs et les sanctions en cas de plagiat (articles L 122-4 et L 335-2) ;
- le décret du 15 juin 2020 (+ arrêté du 7 août) « nouveau dispositif anticadeaux » ;
- le décret du 4 mars 2022 (application de la Loi dite Jardé, relative aux recherches impliquant la personne humaine et les essais cliniques de médicaments).

Un bilan précis ne peut encore être tiré mais des progrès sont accomplis et les données, encore parcellaires, issues des comités et référents d'éthique témoignent d'une action de dépistage des inconduites qui va croissante (voir chapitres 6 et 7). En 2019, 4 ans après la publication de la *charte nationale de déontologie des métiers de la recherche* [19], 88 institutions sur 133 (soit 2/3) avaient nommé un « référent intégrité scientifique » (RIS), ce qui n'est pas si mal ! Toutefois, son profil (quand il est connu) pose souvent question sur son rôle, volontiers protecteur de l'institution, ou sur son temps réellement disponible pour assurer sa mission. Un seul est à temps plein (INSERM), un autre à temps partiel (CIRAD, centre international de recherche agronomique et développement). Dans les hôpitaux, il n'y a pas de disposition prévue avec une exception toutefois puisque l'AP-HP vient de créer (été 2022) un « office de l'intégrité scientifique », une expérience qu'il faut saluer et qui, souhaitons-le, encouragera d'autres CHU dans cette voie. Et dans les universités, connaissez-vous le nom et le contact de votre « référent IS » ? Les mesures réglementaires récentes (Encadré 2) ont sans doute fait évoluer cette situation favorablement et il serait intéressant de disposer, grâce à l'OFIS, d'un inventaire actualisé sur leur nombre et surtout leurs actions, d'autant que beaucoup de nouveaux pôles se sont ajoutés à la liste initiale de 2015.

Au total, un bilan encore en demi-teinte et l'on est maintenant à la croisée des chemins :

- **Pour les chercheurs (et donc auteurs)** tiraillés comme on l'a vu entre cette course aux publications exacerbée par la compétitivité et par les modalités de recrutement et de promotion et, par ailleurs, leur souci de respecter les fondements éthiques et déontologiques de leur métier : la solution des petits arrangements ne devrait plus être pratiquée ni tolérée.
- **Pour les revues biomédicales** qui ont vis-à-vis de leurs lecteurs un double souci de qualité « rédactionnelle » mais aussi de respect de l'intégrité scientifique au sein des travaux de leurs auteurs : il y a de leur part un réel souci de chasse à la fraude grâce à tout un arsenal de moyens et elles sont devenues plus vigilantes pour rejeter ou rétracter les publications en cause (voir chapitres 7 et 8). Mais, au-delà, que peuvent, que doivent faire leurs rédacteurs en

Encadré 3

Quelques grandes « affaires »

Les quelques affaires rapportées ci-dessous ont connu un grand retentissement ; chacune mériterait une exégèse, fort instructive, sur le type d'inconduite dont elles sont révélatrices ; on les retrouve en détail sur internet en cherchant « affaire XXX... ».

Tout récemment beaucoup d'articles sur le traitement du Covid-19 (publiés dans des revues prédatrices mais aussi dans de « grandes revues ») ont eu un grand retentissement lors de cette pandémie où les réseaux sociaux ont joué un rôle majeur ; citons par exemple :

- Deux articles publiés coup sur coup en 2020 dans le *Lancet* et le *NEJM* sur les effets du traitement par l'hydroxychloroquine, qui ont été rétractés peu après leur parution car l'origine des données (Surgisphère) s'est avérée plus que douteuse.
- Un article de **D. Raoult**, en janvier 2021, sur l'efficacité de « son traitement », dont la méthodologie plus que discutable a finalement conduit ce dernier à le retirer...
- **L'IHU de Marseille**, encore, avec l'ouverture début septembre 2022 d'une information judiciaire pour « dysfonctionnements graves en matière de santé et de recherche » (5 faits peuvent relever d'une qualification pénale pour de « graves manquements et des procédures non conformes à la recherche impliquant la personne humaine (RIPH) ». L'alerte médiatique remontait à octobre 2021, sonnée par quelques gros titres comme *L'Express* : « Comment l'IHU et D. Raoult font fi de la loi et de l'éthique scientifique ? » ou *Mediapart* « Les ravages d'une expérimentation sauvage contre la tuberculose ».

Mais bien d'autres affaires peuvent être rapportées au fil des 10 dernières années, toutes révélatrices de diverses inconduites :

- **L'affaire Wakefield** : un vaccin contre la rougeole aurait été responsable de cas d'autisme mais son auteur avait fourni de fausses données, sur fond de liens d'intérêt avec un lobby antivaccin ; l'article original paru dans le *Lancet* (1998) n'a été finalement rétracté qu'en 2010 !

- **L'affaire Seralini**, en 2012, dont la publication alarmiste et « militante » dans la revue *Food and drug chemical* a été rétractée, conclusion d'un conflit avec le rédacteur en chef de la revue.
- Ou encore **l'affaire Jesus**, la patronne du CNRS, suspectée en 2017 d'avoir manipulé des images, mais finalement « lavée de tous soupçons ». Ce qui ne fut pas le cas dans **l'affaire Voinnet** (2014) dont 8 publications ont finalement été rétractées. *Le Monde*, en 2019, lui a consacré une série de 6 articles « *L'affaire Voinnet, une loupe sur l'IS* », il s'est vu retirer sa médaille d'or du CNRS et privé de financements pendant 3 ans ; et que dire de cet anesthésiste réanimateur tchèque, **Boldt**, champion de la fabrication avec plus de 90 articles totalement inventés ou falsifiés ; l'affaire n'a été révélée qu'en 2013 et aurait été responsable de plusieurs décès en rapport avec les conclusions rapportées ; et encore **l'affaire Peyroche** (2019) qui illustre les limites floues entre inconduite, erreurs ou petits arrangements, justifiant des analyses approfondies des commissions d'enquête.

Et enfin (la liste serait bien longue), citons **l'affaire Aubier**, ce pneumologue de l'APHP qui, en raison de liens financiers importants et non déclarés avec Total, a indiqué devant une commission sénatoriale « qu'il n'y avait aucun lien entre cancer du poumon et pollution de l'air par le diesel » ; sanction exemplaire : 6 mois de prison avec sursis et 50 000 euros d'amende. Bien loin toutefois de ce que rapportait le *New York Times* en septembre 2018 : Baselga, chef du centre de cancérologie de New York, a touché 3,3 millions de dollars entre 2013 et 2017, mais aucun de la centaine d'articles qu'il a publiés dans de grandes revues ne faisait état de ses divers liens d'intérêts !

Pour conclure, insistons sur l'importance des médias, comme cette enquête du *Monde* sur le plagiat (en 6 articles au cours de l'été 2021), titrée « *ces usurpateurs peu inquiétés de la littérature française* » ; le philosophe des sciences E. Klein y a été, entre autres, sévèrement épinglé...

chef une fois la fraude avérée ? Faire de la pédagogie, bien sûr, mais aussi parfois réclamer des sanctions, et les instances qui emploient ces fraudeurs, dont ce serait le rôle, se montrent frileuses pour les prononcer [15].

- **Pour les institutions**, enfin, qui sont confrontées à un autre dilemme : une volonté d'afficher transparence et honnêteté tout en protégeant leur image en cas de *misconduct*, et leur quête de notoriété (et de financements) qui passe par une forte production scientifique (à la base des classements internationaux) et donc de possibles déviances. La loyauté n'est pas négociable et ce sera un défi pour ces institutions d'intégrer cette dimension avec force, dans une relation triangulaire bien comprise avec les chercheurs et les revues biomédicales.

Citons à nouveau R. Horton [16] qui résume bien cette « croisée des chemins » : « *Une bonne nouvelle est que la science commence à prendre très au sérieux ses pires défaillances ; la mauvaise est que personne n'est prêt à faire le premier pas pour assainir le système* ». Pussions-nous, tous, faire mentir cette conclusion pessimiste !

Remerciements à Hervé Maisonneuve et Joël Moret-Bailly.

Rémi KOHLER

Encadré 4

Les inconduites (*misconducts*)

- **Fabrication** (données inventées)
- **Falsification** (données « embellies »)
- **Plagiat** (contrefaçon d'œuvre protégée)
- **Publication redondante** (auto-plagiat et *salami slice*)
- **Double soumission d'article**
- **La qualité d'auteur** (*authorship*)
- **Dissimulation ou non déclaration de liens d'intérêts**
- **Conflits entre auteurs et rédaction**
- **Protocoles non éthiques** (consentement, expériences sur l'animal, etc.)

Références

[1] L'éthique en orthopédie, BOF 82, 2-20, octobre 2017. <https://www.sofcot.fr/sites/www.sofcot.fr/files/medias/documents/BOF-82.pdf>

[2] La rédaction médicale en orthopédie, BOF 83, 2-36, avril 2018. <https://www.sofcot.fr/sites/www.sofcot.fr/files/medias/documents/BOF-83.pdf>

[3] Charte d'orthopédie (Livre blanc de la SOFCOT, 2018, p 26-27). <https://www.sofcot.fr/sites/www.sofcot.fr/files/medias/documents/SOFCOT%20Livre%20Blanc%20d%C3%A9finitif%202018.pdf>

[4] Historical background of scientific research. <https://ori.hhs.gov/historical-background>

[5] Dossier : De l'erreur à la fraude dans les publications biomédicales, Presse Med, 2012, 814-877.

[6] Charte nationale des métiers de la recherche, CNRS, janvier 2015. https://comite-ethique.cnrs.fr/wp-content/uploads/2020/01/2015_Charte_nationale_d%C3%A9ontologie_190613.pdf

[7] Corvol P. Bilan et propositions de mise en œuvre de la charte nationale d'intégrité scientifique, juin 2016. https://cache.media.enseignementsup-recherche.gouv.fr/file/Actus/84/2/Rapport_Corvol_29-06-2016_601842.pdf

[8] Code de conduite européen pour la recherche (ALLEA) 2015. https://www.allea.org/wp-content/uploads/2018/01/FR_ALLEA_Code_de_conduite_europeen_pour_lintegrite_en_recherche.pdf

[9] Charte éthique et déontologique des facultés de médecine et odontologie, novembre 2017. https://conferencedesdoyensdemedecine.org/wp-content/uploads/2020/10/V3_Charte_faculte%CC%81s_me%CC%81decine_odontologie_2017.pdf

[10] Promouvoir et protéger une culture partagée de l'intégrité scientifique, Rapport OPECT, mars 2021. <https://www.senat.fr/rap/r20-428/r20-428.html>

[11] Migaud H. Clavert Ph. Comment publier un article original en orthopédie traumatologie ? Rev chir orthop, 107, 2021, Supp, S11-23.

[12] Seror R, Ravaut Ph, Embellissement des données : fraude a minima, incompétence ou un mélange des deux. Presse Med, 2012, 41, 835-840.

[13] Beaufile Ph. Découpage vertueux, saucissonnage, double publication. Où commence la fraude ? Rev chir orthop, 2013, 99, 93-94.

[14] Kohler R, Moret-Bailly J. Liens et conflits d'intérêt : éléments de définition. Cahiers du cercle N Andry, 227-244, 2014.

[15] Maisonneuve H ; Le management des erreurs et fraudes scientifiques par les revues biomédicales : elles ne peuvent pas se substituer aux institutions, Presse Med, 2012, 853-860.

[16] Horton R. Offline: what is medicine's 5 sigma? The Lancet, 385, 2015, 1380.

[17] DORA (French) Déclaration de San Francisco, décembre 2021. <https://sfdora.org/read/read-the-declaration-french/>

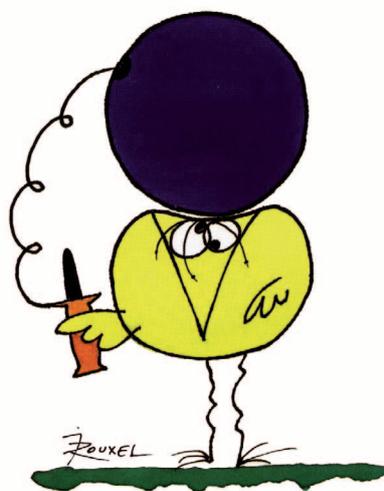
[18] Agreement on reforming research assessment (RRA), juillet 2022. <https://www.scienceeurope.org/media/y41ks1wh/20220720-rra-agreement.pdf>

[19] Nosek B.A. et al. Promoting an open research culture. Science, 2022, 384, 1422-5.

Enfin, mentionnons 6 ouvrages récents traitant de cette question en général :

- Moret-Bailly J., Les conflits d'intérêts : définir, gérer, sanctionner, 2014, Lextenso ed.
- Bergadaà M., Le plagiat académique : comprendre pour agir, 2015, L'Harmattan ed.
- Chevassus-au-Louis N., La Malscience, 2016, Seuil ed.
- Mortis R., How sloppy science creates worthless cures, crushes hope, and wastes billions, 2017 Richard Harris ed.
- Ritchie S., Science fictions: exposing fraud, bias, negligence and hype in science, 2020, The Bodley head ed.
- Chambers Ch., The 7 deadly sins of psychology: a manifesto for reforming the culture of scientific practice, 2019, Princeton university press ed.

Les devises Shadok



EN ESSAYANT CONTINUELLEMENT ON FINIT PAR RÉUSSIR. DONC : PLUS ÇA RATE, PLUS ON A DE CHANCES QUE ÇA MARCHE.

Intégrité scientifique : entre droit, déontologie et éthique

Par Henry COUDANE¹, Olivier JARDÉ², Jane Laure DANAN³

1- PU Médecine Légale et droit de la santé, PH Orthopédie Adulte, expert près la Cour de cassation, EA 4432 Université de Lorraine. henry.coudane@univ-lorraine.fr

2- PU Médecine Légale et droit de la santé, PH Orthopédie Adulte, expert près la Cour de cassation. jarde.olivier@chu-amiens.fr

3- Docteur de l'Université de Lorraine, Membre libre de l'ANC, EA 4432 Université de Lorraine. janelaudanan@yahoo.fr

La fraude scientifique a toujours existé et l'exemple récent le plus célèbre est probablement celui de l'affaire Wakefield en 1998 [1, 2] : l'auteur, chirurgien et chercheur, ainsi que 11 co-auteurs publient dans *The Lancet* un article démontrant la relation entre vaccination ROR et autisme. Les conséquences sont désastreuses sur le plan de la santé publique entraînant une chute des vaccinations contre la rougeole en Grande-Bretagne et l'apparition de nouveaux cas parfois mortels de rougeole. Ultérieurement, il fut prouvé que cet article avait été financé par un cabinet d'avocats soutenant un lobbying antivaccin ; l'article fut rétracté et Wakefield suspendu de tout exercice médical au Royaume Uni.

L'intégrité scientifique fait partie de la crédibilité de la science et est probablement un antidote aux manipulations médiatiques et aux « fake news ».

1. Quelques définitions

1.1. L'intégrité scientifique (IS) correspond à la démarche qui vise à encadrer les relations et les règles qui sont celles des bonnes pratiques en matière de recherche [3, 4, 5] ; « *L'intégrité scientifique (...) se comprend comme l'ensemble des règles et des valeurs qui doivent régir l'activité de recherche, pour en garantir le caractère honnête et scientifiquement rigoureux* » (Circulaire du MESR n° 2017-040 du 15-3-2017). L'IS répond à des normes qui encadrent les pratiques et comportements des chercheurs.

1.2. L'éthique de la recherche repose sur les 3 principes fondamentaux suivants : le respect de la personne, la bienfaisance et la justice. Ces principes sont considérés comme universels et ils doivent guider la réflexion et le comportement de tous les acteurs qui

participent à la planification, à la conduite et à la promotion de la recherche sur des êtres humains [6, 7].

1.3. La déontologie : la fonction de déontologue fait suite à la loi du 20 avril 2016, relative à la déontologie et aux droits et obligations des fonctionnaires, et à son décret d'application en avril 2017 (voir chapitre 6). Le référent déontologue est chargé, par la loi, de répondre aux demandes d'avis des chercheurs et de leur apporter des conseils sur la déontologie, notamment sur l'intégrité, la probité, la neutralité, la laïcité, le secret professionnel, l'indépendance de chercheurs, l'obéissance hiérarchique, le cumul des fonctions ou encore le conflit d'intérêt. C'est ainsi que des « déontologues » ont été créés dans les grands organismes de recherche en France et en particulier au CNRS [8].

2. Evolution réglementaire de la notion d'intégrité scientifique

2.1. Depuis environ une trentaine d'années, de nombreux textes réglementaires concernant l'IS ont été publiés ; la notion même d'IS a été « inventée » aux États-Unis sous le terme de « *research integrity* » dont les principes ont été repris sur le plan européen par l'*European code of conduct for research integrity*. Les quatre principes du « Code de conduite européen pour l'intégrité en recherche » [10] sont la **fiabilité** (garantir la qualité de la recherche dans la conception, la méthodologie et l'utilisation des ressources), l'**honnêteté** (pour faire connaître la recherche d'une manière transparente et objective, le respect dans le cadre des relations avec les collègues mais aussi avec les participants à la recherche, les écosystèmes, l'héritage culturel et l'environnement, le **respect** (envers les participants à la recherche, la société, les écosystèmes, l'héritage culturel et l'environnement) et enfin la **responsabilité** (au stade de l'organisation des activités de recherche, de l'idée de la publication et, de façon plus générale, de l'apprentissage à tous les niveaux de l'IS).

2.2. En France, la fonction publique est régie par la loi du 13 juillet 1983 portant droits et obligations des fonctionnaires ; on retrouve dans ce texte législatif les notions de probité, d'intégrité ainsi que les notions d'indépendance et de rapport à la hiérarchie ; « *le fonctionnaire exerce ses fonctions avec intégrité, impartialité, probité et dignité. Dans l'exercice de ses fonctions il est tenu à l'obligation de neutralité* ».

Ethique en recherche	Intégrité scientifique	Déontologie du fonctionnaire
<p>Les grandes questions que posent les progrès de la science et leurs répercussions sociétales</p> <p>Dimension culturelle : doit se discuter en permanence</p> <p>Des comités</p>	<p>Les règles qui gouvernent la pratique de la recherche</p> <p>Dimension universelle : s'impose comme un code professionnel</p> <p>Des référents chercheurs</p>	<p>Le contrôle des liens d'intérêts & cumuls d'activité des fonctionnaires</p> <p>Loi Le Pors 1983 rev. 2016 : « <i>Le fonctionnaire exerce ses fonctions avec dignité, impartialité, intégrité et probité</i> »</p> <p>Des référents juristes</p>

Figure 1 - Les piliers de l'intégrité scientifique (Source : O. Le Gall, OFIS [9]). https://www.anrt.asso.fr/sites/default/files/anrt_petit_dejeuner_ofis_integrite_scientifique_18.01.2022_final.pdf

La publication de la charte française de déontologie des métiers de la recherche en 2015 reprend les notions d'IS et de déontologie [11, 12]. Cette notion est réaffirmée dans l'arrêté du 25 mai 2016 fixant le cadre national de la formation et les modalités conduisant à la délivrance du diplôme national de doctorat qui prévoit explicitement que les écoles doctorales « *veillent à ce que chaque doctorant reçoive une formation à l'éthique de la recherche* ».

2.3. En 2016, Pierre Corvol [13] fut chargé (avec la collaboration de Rémy Gicquel) de la mise en œuvre de la Charte nationale d'intégrité scientifique (2016) ; ces notions ont été reprises dans la Loi du 24 décembre 2020 organisant la programmation de la recherche pour les années 2021 à 2030. Cette loi fut complétée par le décret n° 2021-1572 du 3 décembre 2021 relatif au respect des exigences de l'intégrité scientifique par les établissements publics contribuant au service public de la recherche et les fondations reconnues d'utilité publique ayant pour activité principale la recherche publique. L'article 1 de ce décret stipule : « *L'intégrité scientifique mentionnée à l'article L. 211-2 duo de de la recherche se définit comme l'ensemble des règles et valeurs qui doivent régir les activités de recherche pour en garantir le caractère honnête et scientifiquement rigoureux* ».

3. Exemples de « déviances » vis-à-vis de l'intégrité scientifique [14,15]

Le **plagiat** constitue un délit au regard du Code de la Propriété Intellectuelle (art L 122-4) : le plagiat est strictement interdit et punissable pour inciter à des comportements intègres. La **contrefaçon** se définit comme la reproduction, l'imitation ou l'utilisation totale ou partielle d'un droit de propriété intellectuelle sans l'autorisation de son propriétaire. Il peut s'agir d'une marque, d'un modèle, d'un brevet, d'un droit d'auteur, d'un logiciel, d'un circuit intégré ou d'une obtention végétale. Ces infractions sont considérées par notre code pénal comme des délits et relève des tribunaux correctionnels.

Les autres déviances vis-à-vis de l'IS (auto-plagiat, utilisations de données inventées ou truquées, etc.) ne relèvent pas actuellement en France du code pénal ; toutefois la plupart des organismes de recherche (CNRS, INSERM, INRA, etc.) et des universités (EA, Jeunes

équipes, etc.) se sont dotées d'un conseil de discipline où ces déviances peuvent aller jusqu'à la radiation du chercheur incriminé.

Conclusion

Si les fraudes scientifiques sont anciennes, il faut reconnaître qu'elles sont de loin plus fréquentes dans les disciplines médicales et des sciences du vivant [16] que dans les autres disciplines (mathématiques, géosciences, etc.). La publication d'un article dans des revues considérées comme prestigieuses dans nos disciplines chirurgicales n'est pas toujours un blanc-seing de l'intégrité scientifique des auteurs. L'application de l'IS en matière de publication passe par le respect d'une charte éthique éditoriale [17] qui devrait être signée par les auteurs avant publication.

Les auteurs ne déclarent aucun lien ou conflit d'intérêt.

Henry COUDANE, Olivier JARDÉ, Jane Laure DANAN

Références

[1] Col A. : Andrew Wakefield, celui qui a fait croire au monde qu'il existait un lien entre vaccin et autisme : <https://www.pourquoidoctor.fr/Articles/Question-d-actu/29095-Rougeole-Andrew-Wakefield-croire-monde-qu-il-existait-lien-vaccin-autisme>

[2] Maisonneuve H., Floret D. : *Affaire Wakefield : 12 ans d'errance car aucun lien entre autisme et vaccination ROR n'a été montré - 07/09/12* *Doi : 10.1016/j.lpm.2012.03.022.*

[3] Corvol P., Léveillé L. *L'intégrité scientifique : de la « fausse science » d'hier aux « PQR et FFP » d'aujourd'hui, comment garantir une recherche robuste et libre ?* Publié le 12/01/2022 Mis à jour le 24/01/2022 *Re transcription de l'entretien réalisé le 24 février 2021.* <https://archibibscdf.hypotheses.org/10078>

[4] Le Gall. O. *L'intégrité scientifique est une culture à construire. La Recherche, Sciences et avenir, 2019, Juillet-Août 2019 (549-550), pp.96-99. (hal-02317156).*

[5] Corvol P. Maisonneuve H. ; *L'intégrité scientifique (dossier) La revue du Praticien T 66, 2016, 17028-33.*

[6] Calderisi C. *L'intégrité scientifique : une garantie épistémologique et déontologique à construire ensemble.* <https://www.qsf.fr/2018/10/12/lintegrite-scientifique-une-garantie-epistemologique-et-deontologique-a-construire-ensemble/>

[7] *Le comité d'éthique du CNRS.* <https://comite-ethique.cnrs.fr/le-comets/>. Mars 2017.

[8] *Nomination d'un référent déontologue au CNRS.* <https://www.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/nomination-referent-deontologue>

[9] Le Gall. O : *Office français de l'intégrité scientifique (OFIS): renforcer la confiance entre science et société. Journal Polethis, 2019, 1, pp.26-27. (hal-02626114).*

[10] *New Report Explores the Ethics of Digital Extended Reality, Neurotechnologies, and Climate Engineering* <https://allea.org/new-report-explores-the-ethics-of-digital-extended-reality-neurotechnologies-and-climate-engineering/>

[11] Maisonneuve H. *Peut-on croire les publications ? Biais et embellissements polluent la science. Science et pseudoscience 2016,318 :27-34.*

[12] Wager E, Kleinert S. *Institutions and journals on research integrity cases: guidance from the Committee on Publication Ethics (COPE). March 2012. www.publicationethics.org* *Version 1 Published March 2012.*

[13] Corvol P. : *Bilan et propositions de mise en œuvre de la charte nationale d'intégrité scientifique : Remise du rapport à Thierry Mandon, secrétaire d'Etat chargé de l'Enseignement supérieur et de la Recherche* https://cache.media.enseignementsup-recherche.gouv.fr/file/Actus/84/2/Rapport_Corvol_29-06-2016_601842.pdf. Mercredi 29 juin 2016.

[14] Coutellec L. : *Penser l'indissociabilité de l'éthique de la recherche, de l'intégrité scientifique et de la responsabilité sociale des sciences : clarification conceptuelle, propositions épistémologiques. Revue d'anthropologie des connaissances 2019/2 Vol13, N° 2 p. 381-398.*

[15] Moret-Bailly J. : *Un chercheur ou une chercheuse n'échappe pas au droit commun pour n'obéir qu'à ses propres règles.* [Lien Internet.](#)

[16] Fang FC, Steen RG, Casadevall A. "Misconduct accounts for the majority of retracted scientific publications", *Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 2012, doi=10.1073/pnas.1212247109* *studies fraudulent behaviour in scientific publications and which lead to articles being retracted.*

[17] Coudane H., Kohler R., Danan JL, Maisonneuve H., Beauflis P. *The place of ethics in medical publications: The example of the Orthopedics & Traumatology Surgery & Research journal, with the establishment of an ethics committee* *Orthop Traumatol Surg Res Orthop Traumatol Surg Res. 2022;108:103249. doi: 10.1016/j.otsr.2022.103249.*

De l'erreur honnête à la fraude : les petits arrangements avec les données

Par **Hervé MAISONNEUVE** (Paris), Rédacteur médical ; rédacteur du blog *Revues et Intégrité* www.redactionmedicale.fr ; membre du comité d'éthique de la revue OTSR. herve@h2mw.eu

Les publications ne sont pas le reflet de la recherche ! Le système pousse les chercheurs à publier beaucoup d'articles pour avoir des promotions ou des ressources. Les revues scientifiques l'ont bien compris et profitent de la naïveté des chercheurs. Les chercheurs et revues veulent transmettre des messages d'innovation au détriment d'une science validée et ont peu d'appétence pour publier des études dites négatives ou des reproductions validant des recherches.

J'ai choisi de décrire une situation pour montrer les dérives entre la réalité de la science au lit du malade et la réalité de la science dans les revues.

Cas des antidépresseurs : que dit la littérature ?

En recherche en général, très rares sont les domaines pour lesquelles des autorités publiques ont une connaissance exacte de ce que font les chercheurs. Le cas du médicament en fait partie : il n'est pas possible de faire un essai clinique destiné à un enregistrement pour mise sur le marché sans avoir une autorisation d'une agence, comme la FDA (*Food & Drug Administration*) aux Etats-Unis. Des chercheurs se sont logiquement demandés si tous les essais cliniques d'antidépresseurs réalisés étaient publiés dans des revues scientifiques. Ce sont des travaux longs car les essais demandent plusieurs années, et ensuite publier prend aussi du temps. L'équipe d'Erick Turner a été la première à publier des données sur 74 essais (1987 à 2002) montrant que 31 % (représentant 3 449 patients) n'avaient jamais été publiés [1]. Cette base a été reprise et complétée dans un article dont je reprends la figure 1 que je commente [2].

• La colonne (a), à gauche de l'image représente les données déposées à la FDA, à savoir que parmi 105 essais randomisés, il y en avait 53 considérés positifs (l'antidépresseur montre une activité) et 52 négatifs (pas d'activité de l'antidépresseur). Sur ces 105 essais, combien ont donné lieu à publication dans une revue scientifique ?

- La colonne (b) montre le biais de publication : 25 des 52 essais négatifs ou questionnables ont été publiés, et 52 des 53 positifs ont été publiés. Cela apporte une preuve à ce que nous savons déjà, à savoir que quand une recherche ne montre rien, la pratique est d'éviter de la publier. Cette pratique répandue dans tous les domaines de la science doit nous interpeller car des résultats dits négatifs sont utiles pour la communauté scientifique. La publication des résultats négatifs informe des chercheurs tentés de faire la même recherche.
- La colonne (c) montre le biais de déclaration des résultats (*outcome reporting bias*). Est-ce que la publication est fidèle aux conclusions du rapport initial déposé à la FDA ? Des essais qui n'ont rien montré (dits né-

gatifs) sont embellis dans les articles et montrent que l'antidépresseur est actif ! Sur les 25 essais négatifs, seuls 15 sont dits négatifs dans l'article. Que s'est-il passé ? Les données ont été torturées pour montrer un résultat positif, et les techniques pour y arriver montrent l'agilité des chercheurs (publication d'un sous-groupe, changement des tests statistiques, évaluation à un moment différent de celui initialement prévu, etc.).

- La colonne (d) illustre le spin dans les articles. Ce sont des manipulations du langage destinées à tromper le lecteur, du type : « nos résultats n'étaient pas significatifs mais néanmoins indicatifs d'une tendance », « l'antidépresseur ne marche pas car la dose était mal choisie et inférieure à

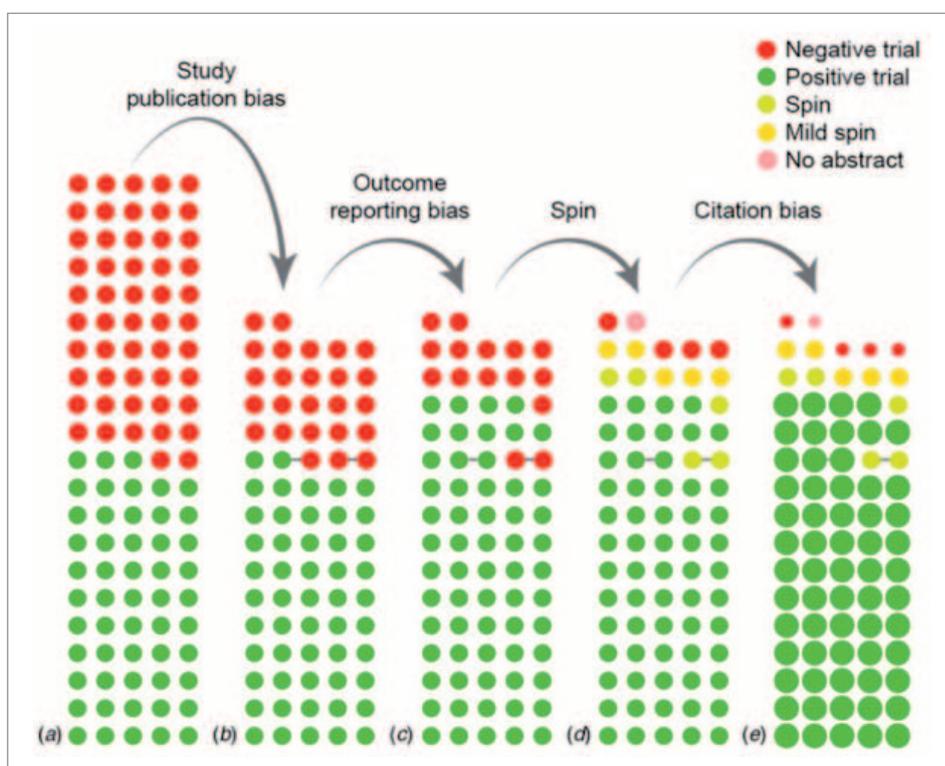


Figure 1 - Chaque rond est un essai clinique d'un antidépresseur. En rouge, ce sont les essais ne montrant pas d'efficacité du médicament ; en vert, le médicament a une efficacité observée lors de l'essai. Les colonnes de (a) à (e) sont commentées dans le texte. Cette figure est reprise d'un article et nous remercions les auteurs et la revue qui l'ont mis en accès libre [2].

la dose active », « compte tenu de ces données, si l'essai avait été poursuivi 6 mois, une efficacité aurait été observée »... Et hop, pirouette cacahuète... tout va bien. Les auteurs ont, dans les résultats, décrits des résultats non significatifs, mais dans le titre, le résumé et/ou la discussion, ils trompent par ces abus de langage.

- La colonne (e) illustre un autre biais de la littérature. Les études dites positives sont citées 3 fois plus souvent que les études négatives.

En janvier 2022, sur d'autres études d'antidépresseurs, E. Turner a montré que la situation s'améliorait... mais que le chemin serait encore long [3]. Il a fait le même travail avec 30 essais d'antidépresseurs (2008 à 2013) et montré que les 15 essais positifs avaient été publiés. Pour les 14 essais négatifs, c'est un progrès : 7 ont été publiés en donnant les données négatives, 6 n'ont pas été publiés, et deux négatifs ont été publiés en faisant croire que le médicament était actif (spin).

Les pratiques discutables (ou douteuses) en recherche sont fréquentes.

Les méconduites sont de 3 types : les erreurs honnêtes, les pratiques discutables en recherche et la fraude. Elles sont listées sans prétendre à une exhaustivité dans la figure 2.

Les « erreurs honnêtes » sont de simples erreurs de calcul, de manipulation sans intention de nuire. Ce sont parfois de jeunes chercheurs ne connaissant pas toutes les recommandations pour une recherche responsable, et qui sont mis dans une situation de pression pour produire des résultats. Ces erreurs sont parfois non intentionnelles, mais ne sont pas excusables.

La fraude est rare car elle concerne la fabrication et la falsification de données, ainsi que le plagiat. Le plagiat est un vol, c'est grave. Les cas de fraude sont souvent médiatisés.

Des pratiques discutables en recherche sont observées dans au moins 50 % des publications [4]. Il existe de nombreuses hypothèses ou enquêtes pour appuyer cette estimation. Dans un éditorial, le rédacteur du *Lancet* a exprimé ce qu'ont rapporté des experts lors d'une réunion sur la reproducti-

bilité des recherches : « des méthodes nulles donnent des résultats », « les chercheurs sculptent les résultats pour raconter des contes de fées », etc. [4]. Plusieurs ouvrages donnent des exemples sur les dérives des chercheurs, en les expliquant par la pression à publier. Le système récompense ceux qui publient beaucoup sans se soucier de la qualité des recherches.

Il serait possible pour chacune des pratiques discutables de donner des exemples détaillés comme celui des biais de publication à propos des antidépresseurs. Des livres citent des exemples dans tous les domaines des sciences, et je n'en cite que trois [5-7]. Les pratiques douteuses les plus fréquentes concernent le statut d'auteur avec des auteurs ajoutés (dits cadeaux), ou oubliés (dits fantômes), ou un ordre des auteurs non concerté. Pour les analyses des données (massage ou torture de ces données), il y a beaucoup d'exemples (figure 2). Les études animales trompeuses sont fréquentes. Des études ont émis des hypothèses d'activité de molécules chez l'animal... et des essais ont été faits chez l'homme. Certains essais cliniques n'ont jamais observé une activité de la molécule

Erreurs honnêtes	Pratiques discutables en recherche	Fraude
<p>Méconnaissances des méthodologies</p> <ul style="list-style-type: none"> • Absence de recherche documentaire • Méthodes « faibles » ou inappropriées • Échantillon insuffisant • Erreurs statistiques <p>Non-respect de la science ouverte : principes FAIR, partage des données</p> <p>Non-respect des réglementations (RGPD, CPP,...)</p>	<p>Qualité d'auteur : auteurs cadeaux (ajoutés) ou fantômes (oubliés), ordre des auteurs, non-respect des critères du statut d'auteur (ICMJE), auteurs aux mains sales,...</p> <p>« Tortures » ou « massages » des données : changement des critères de jugement, choix sélectif des données, omission de données, manipulation d'images, embellissements, spins, études animales trompeuses, recyclage de données, tests statistiques bricolés (p-hacking et HARKing <i>Hypothesing After Results are Known</i>),...</p> <p>Manipulation des revues : segmentation des publications (salami), doubles publications, art de la citation (biais, distorsions, erreurs, citations coercitives), revues d'auto-promotion, complaisance, manipulation du facteur d'impact (cartels de rédacteurs)... soumission de manuscrits à des revues prédatrices</p> <p>Liens d'intérêts (non déclarés) : financiers et non-financiers, courants de pensée, fausses déclarations, absence de contrôle,...</p> <p>Financement : biais d'allocation de ressources (convenances sociales), non-publication de recherches financées, dépenses hors projet,...</p> <p>Médias : embellissements, communiqués de presse trompeurs,...</p> <p>Ce n'est pas exhaustif : inventivité des chercheurs !</p>	<p>Hervé Maisonneuve www.redaction medicale.fr</p> <p><i>Hm</i> REVUES & INTÉGRITÉ</p> <p>Fabrication de données</p> <p>Falsification de données</p> <p>Plagiat</p>
Non intentionnel	Intentionnalité ?	Intentionnel

Figure 2 - Proposition de liste non exhaustive des pratiques discutables en recherche. Il existe une intentionnalité croissante de l'erreur à la fraude. FAIR : Facile à trouver, Accessible, Interopérable, Réutilisable. RGPD : Règlement Général sur la Protection des Données ; CPP : Comité de protection des personnes.

chez l'homme ! L'art de la citation est un exercice trompeur également : environ 25 % des citations à la fin d'un article ne contiennent pas l'information attendue ; des recherches sont citées pour faire plaisir aux collègues, aux rédacteurs des revues. Les mauvaises citations sont à l'origine de dogmes qui se propagent dans la communauté scientifique [8].

Nous terminons une période de 10 ans environ qui a décrit toutes les dérives des chercheurs et nous réalisons qu'il faut évoluer. Il s'agit d'un problème structurel de l'évaluation de la recherche. Les diverses incitations ont influencé des chercheurs, des rédacteurs de revues, tous honnêtes, pour augmenter le volume des publications plutôt que leur qualité. Nous verrons dans le chapitre 9 qu'il est possible d'améliorer ce système.

Note : cet article reprend partiellement des parties de l'article : *Maisonneuve H. Distinguer croyances et connaissances. Actu GORSSA 2022; n°2:10-13.*

Hervé MAISONNEUVE

Références

[1] Turner EH, Matthews AM, Linardatos E, Tell RA, Rosenthal R. Selective publication of antidepressant trials and its influence on apparent efficacy. *New England Journal of Medicine* 2008; 358:252-260.
 [2] De Vries Y, Roest A, De Jonge P Cuijpers P, Munafo M, Bastiaansen J. The cumulative effect of reporting and citation biases on the apparent efficacy of treatments: the case of depression. *Psychological Medicine* 2018 ;48 (15):2453-2455.

[3] Turner EH, Cipriani A, Furukawa TA, Salanti G, de Vries YA. Selective publication of antidepressant trials and its influence on apparent efficacy: updated comparisons and meta-analysis of newer versus older trials. *PLOS Medicine* 2022;19(1):e1003886.
 [4] Horton R. Offline: what is medicine's 5 sigma? *Lancet* 2015; 385:1380.
 [5] Ritchie S. *Science fictions: how fraud, bias, negligence, and hype undermine the search for truth.* Metropolitan Books 2020:368p.
 [6] Chambers C. *The seven deadly sins of psychology: a manifesto for reforming the culture of scientific practice.* Princeton University Press 2019:296p.
 [7] Harris R. *Rigor mortis - How sloppy science creates worthless cures, crushes hope, and wastes billions.* Basic Books 2017 :288p.
 [8] Dumas-Mallet E, Boraud T, Gonon F. Le mésusage des citations et ses conséquences en médecine. *Médecine/Sciences* 2021 ; 37 : 1035-1041.

Ethique de la recherche sur la personne humaine : ce qu'a changé la loi Jardé pour nous et nos pratiques

Par **Philippe CLAVERT** (Strasbourg), rédacteur adjoint de la revue OTSR et SRA, Service de chirurgie du membre supérieur, CHRU Strasbourg, philippe.clavert@chru-strasbourg.fr

Depuis le 17 novembre 2016 et la parution du décret d'application de la loi 2012-300 ou loi Jardé, les recherches impliquant la personne humaine (RIPH) sont clairement encadrées et une méthodologie est fixée [1]. Cette loi précise le cadre de toutes les recherches cliniques afin de garantir la sécurité et le respect des droits de la personne. Ce nouveau cadre réglementaire nous impose un changement de paradigme et d'habitudes dans la préparation et la réalisation des projets de recherche. D'emblée, il est important de retenir que **cette loi ne concerne que les études prospectives ou les études rétrospectives avec changement de finalité des données ou échantillons prélevés.**

Sont considérées comme « *recherches impliquant la personne humaine* » celles « *organisées et pratiquées sur des personnes*

volontaires, saines ou malades, qui visent à évaluer les mécanismes de fonctionnement de l'organisme humain normal ou pathologique, l'efficacité et la sécurité de réalisation d'actes ou de l'utilisation ou de l'administration de produits dans un but de diagnostic, de traitement ou de prévention d'états pathologiques » (décret 2017-884, JO du 10 mai 2017).

Concernant les études prospectives, 3 catégories ont été identifiées et les démarches sont parfaitement codifiées :

- **Catégorie 1** : elle regroupe les recherches dites « *interventionnelles* » comportant une intervention sur les personnes. Ces interventions sont considérées comme à risques pour le patient (liste définie dans l'arrêté du 2 décembre 2016 où sont incluses les études portant sur des médicaments [essais cliniques] ou sur les autres

Chapitre 4a

produits de santé mentionnés à l'article L. 5311-1 et évaluant, par exemple, de nouvelles techniques thérapeutiques). Cette catégorie ne nous concerne pas à priori.

- **Catégorie 2** : ce sont les recherches à risques et contraintes minimales. Les produits de santé utilisés sont alors utilisés dans le cadre de leur AMM. Si un acte peu invasif, ou si une imagerie non invasive sont nécessaires à l'étude, cela fait entrer cette recherche dans cette catégorie.
- **Catégorie 3** : également désignée par les termes « *recherches observationnelles* » ou « *non interventionnelles* ». Cette catégorie englobe les études qui ne comportent aucun risque ni contrainte, et dans lesquelles tous les actes pratiqués et les produits de santé utilisés le sont de manière habituelle par rapport aux recommandations et pratiques de soins. Cette catégorie englobe les études prospectives de suivi de dispositifs médicaux, de médicaments après leur AMM, etc.

Pour chacune de ces 3 catégories, les démarches réglementaires vont être adaptées au niveau de risque et de contraintes encourus par la personne incluse dans le protocole (Figure 1).

Toutes ces recherches doivent être menées par un promoteur avec numéro d'enregistrement EudraCT ou ID-RCB. Elles ne peuvent débuter qu'après avis favorable d'un Comité

de protection des personnes (CPP). Enfin, un avis de la CNIL (commission nationale de l'informatique et des libertés) est nécessaire pour les trois catégories de recherche lorsque le projet prévoit l'informatisation des données (engagement de conformité aux méthodologies de référence MR-001 pour les catégories 1 et 2, et MR-003 pour la catégorie 3).

Comme indiqué précédemment, la loi Jardé ne concerne pas les recherches rétrospectives portant sur des données ou des échantillons déjà collectés dans le cadre d'un autre protocole pour lequel le patient a déjà fourni son consentement (ou sa non-opposition). On parlera alors de « protocoles hors-loi Jardé » qui concernent en fait la majeure partie de nos travaux de recherche clinique (aboutissant par exemple aux thèses sur dossiers médicaux), avec exploitation de bases de données déclarées préexistantes, et qui ne nécessitent donc pas de déposer un dossier autre qu'un avis de la CNIL. La condition à cela est qu'il n'y ait pas de changement de finalité d'exploitation de la base

de données ou des dossiers patients, d'une collection d'échantillon (ex. biobanque qualifiée) ou de transfert des données. Par définition, étant « hors loi Jardé », aucun avis de l'ANSM ni d'un Comité de protection des personnes ne sont requis. Mais, dans certains cas, une évaluation par le CESREES (Comité éthique et scientifique pour les recherches, les études et les évaluations dans le domaine de la santé) sera nécessaire ; et en particulier avant la publication, surtout dans les journaux scientifiques, l'avis d'un comité d'éthique sera demandé. Son rôle sera d'évaluer les projets de recherche ne relevant pas de la compétence des CPP et de donner un avis en termes de pertinence scientifique ou médicale, de bénéfiques pour l'avancée scientifique de protection des personnes. C'est ce que réalise, à la SOFCOT, la commission scientifique avec son IRB (Institutional Review Board) (voir chapitre 4b).

Négliger les exigences réglementaires concernant l'expérimentation sur la personne humaine constitue en outre une inconduite au regard de l'intégrité scientifique : la loi Jardé

a permis de clarifier les différentes catégories de recherches biomédicales et a précisé les démarches scientifiques et administratives à suivre, assurant ainsi la protection des personnes participant aux diverses études. Cependant, il persiste des recherches dites « hors Loi Jardé », comme les études rétrospectives sur données incluses dans des bases de données autorisées (bon nombre de nos sujets de thèse), sur les collections biologiques déjà constituées et certaines études prospectives (évaluations des pratiques professionnelles et enquêtes de satisfaction).

Philippe CLAVERT

Référence

[1] Loi 2012-300 du 5 mars 2012 relative aux recherches impliquant la personne humaine. Journal officiel n° 0056 du 06/03/2012 et Décret n° 2016-1537 du 16/11/2016 relatif aux recherches impliquant la personne humaine. Journal officiel n° 0267 du 17 novembre 2016.

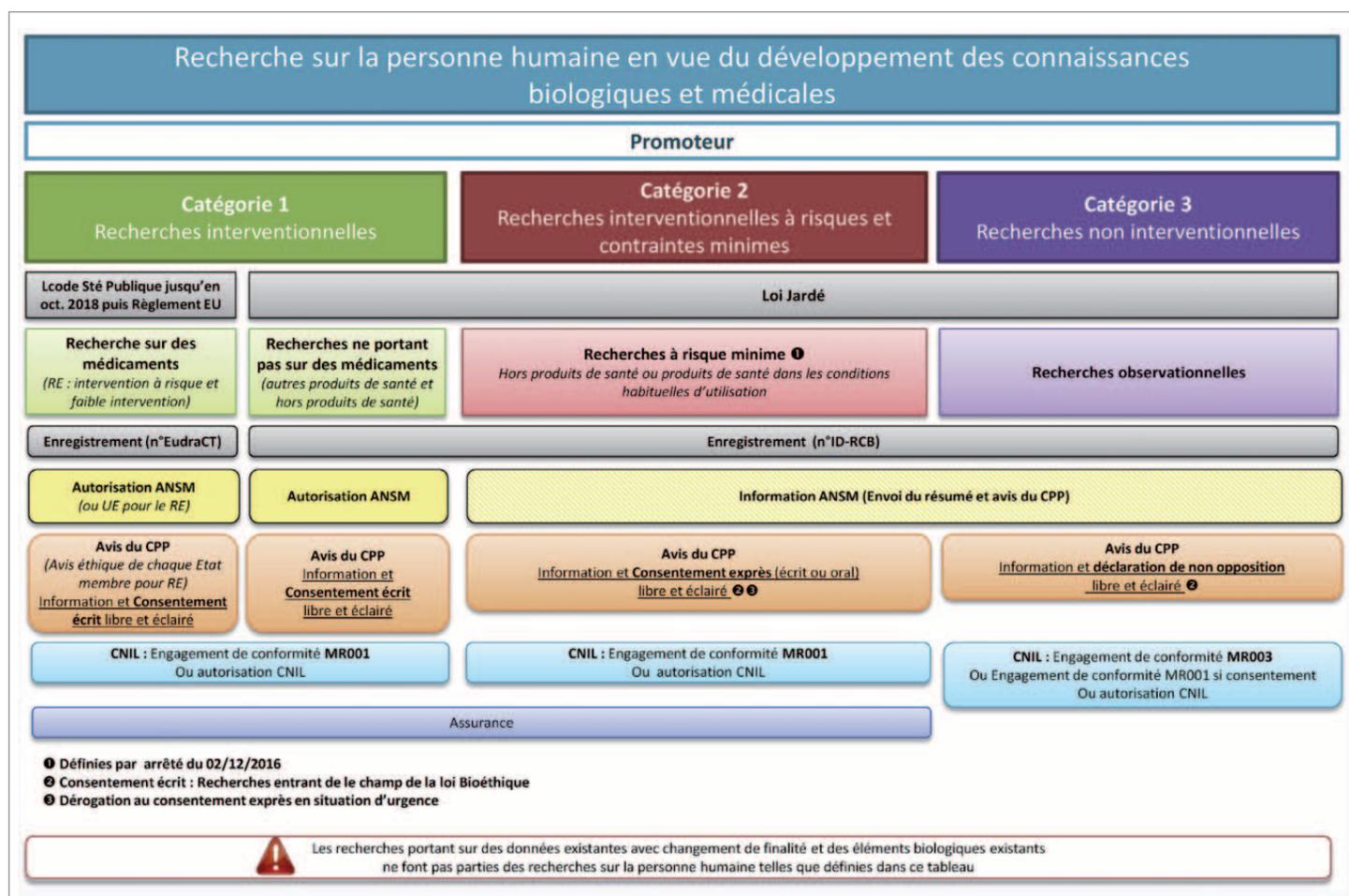


Figure 1 - Démarches réglementaires en fonction du projet

Ethique de la recherche sur la personne humaine : le comité IRB-SOFCOT

Par **Didier MAINARD** (Nancy), Responsable du Conseil scientifique de la SOFCOT

Pourquoi un tel comité ?

Le conseil d'administration du CNP-COT a décidé la création d'un comité IRB-SOFCOT (*Institutionnal Review Board-SOFCOT*) à compter du 1^{er} septembre 2020. L'idée d'un tel comité est assez ancienne, en réponse au vote en 2012 de la loi 2012-300 du 5 mars 2012, dite loi Jardé, relative aux recherches impliquant la personne humaine (RIPH). Cette loi faisait suite à la loi Huriet-Sérusclat de 1988, révisée par la loi de santé publique de 2004. L'objet de cette loi est de garantir la protection des personnes participant à une recherche biomédicale. Elle se voulait initialement une loi de simplification avec une approche pragmatique basée sur le risque et la contrainte apportée par la recherche. Cependant, c'est véritablement après la publication de son décret d'application le 17 novembre 2016 (et donc sa mise en œuvre effective) qu'il a semblé nécessaire de concrétiser l'idée d'un tel comité IRB-SOFCOT.

En effet, dans le cadre de la loi Jardé, les recherches dites RIPH 1, 2 et 3 doivent être soumises à un Comité de protection des personnes (CPP) qui, concrètement, fait également office de comité d'éthique (voir chapitre précédent). En revanche, pour les études de recherche clinique qui échappent à cette loi (typiquement les études rétrospectives sur dossiers où il s'agit d'exploiter des données sans revoir le patient ni même prendre contact avec lui), il n'est pas prévu par la loi de structure ou de comité officiels délivrant un avis éthique. Or, de plus en plus de revues s'inquiètent d'un agrément éthique dès la soumission d'un article, avant toute autre considération d'évaluation. Ce point est souvent précisé dans les instructions aux auteurs des revues. C'est la raison pour laquelle, d'ailleurs, certains comités locaux plus ou moins de circonstance ont vu le jour, dont l'indépendance, la rigueur et l'objectivité pouvaient être contestées, même si

des comités *ad hoc* relevant de certaines structures hospitalières remplissent parfaitement leur mission.

Dans ces conditions, le CNP-COT a décidé de former un tel comité d'éthique, dénommé IRB-SOFCOT, permettant aux chirurgiens orthopédistes membres de la SOFCOT de lui soumettre une étude clinique afin d'obtenir un tel agrément relevant d'une structure officielle reconnue. La responsabilité et l'organisation de ce comité ont été confiées au conseil scientifique de la SOFCOT et son rôle est donc bien d'émettre un avis sur la conformité éthique d'une étude clinique « hors loi Jardé ». Ce n'est pas un CPP bis et il ne se substitue pas aux CPP dont le rôle et les compétences sont définis par la loi.

Fonctionnement du comité

Ce comité comprend des membres du comité scientifique de la SOFCOT siégeant en comité IRB-SOFCOT. Il peut être saisi au commencement d'une étude ou après rédaction de l'article correspondant à cette étude. Les demandes sont à envoyer au secrétariat de la SOFCOT (sofcot@sofcot.fr) qui les transmettra au fil de l'eau au responsable du

conseil scientifique. Ce dernier saisira alors le comité IRB-SOFCOT pour analyse et avis. Le retour de cet avis devra se faire dans les deux mois suivant la saisine.

Toute soumission au comité IRB-SOFCOT devra comporter le nom, le prénom et la fonction du responsable de la recherche, de même que son adresse mail, son numéro de téléphone, les références de son institution d'origine et l'adresse de celle-ci. La demande devra également indiquer toutes les démarches réglementaires déjà effectuées ou en cours, au regard de la réglementation sur les recherches cliniques hors loi Jardé. Le comité peut, s'il le juge utile, demander des précisions au responsable de l'étude. Si le comité constate que l'étude relève de la loi Jardé, il se déclarera incompétent et informera le responsable de l'étude (qui devra alors soumettre son projet à un CPP). Au terme de l'examen du dossier, et s'il apparaît que l'étude clinique réalisée est conforme aux principes généraux d'éthique en matière de recherche clinique, une attestation sera délivrée au demandeur, dont il pourra faire usage auprès des revues auxquelles l'article sera soumis. Il sera expressément précisé dans le courrier de réponse que l'avis rendu correspond au dossier déposé à la date de réception. En effet, le comité IRB-SOFCOT déclinera toute responsabilité si l'article examiné ou l'article issu du projet déposé était modifié postérieurement à l'avis rendu par le comité IRB-SOFCOT sans que celui-ci n'en soit averti.

La soumission d'un article au comité IRB-SOFCOT est exclusivement réservée aux membres de la SOFCOT à jour de cotisation. Tout orthopédiste français cosignataire de l'article, exerçant en France, devra être membre de la SOFCOT quel que soit son statut. La création de ce comité est une prestation offerte aux membres de la SOFCOT, au même titre que le bouquet d'abonnement aux revues, la publication du bulletin ou l'organisation de séances de formation sur internet.

Il semble en tout cas qu'elle corresponde à une certaine attente puisque depuis 2020, 29 demandes ont été formulées : 5 en 2020, 15 en 2021 et 9 en 2022. Le Conseil scientifique est donc à votre disposition pour recevoir vos demandes et les soumettre au comité IRB-SOFCOT selon les modalités précisées plus haut.

Didier MAINARD



Publish or perish : naviguer entre score bibliométrique et intégrité scientifique

Par **Stéphane BOISGARD** (Clermont-Ferrand), membre du CNU et Président du CNP-COT

Être intègre : pas aussi simple qu'il n'y paraît

« *L'intégrité scientifique est l'ensemble des valeurs et des règles qui garantissent l'honnêteté et la rigueur de la recherche et de l'enseignement supérieur. Elle est indispensable à la cohésion des collectifs de recherche et à l'entretien de la confiance que la société accorde à la science* » : telle est la définition qui en est donnée par le Haut Conseil de l'Évaluation de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur (HCERES) <https://www.hceres.fr/fr/integrite-scientifique>.

On pourrait résumer l'IS par l'équation suivante : Intégrité = Honnêteté + Rigueur.

Si la majorité des chercheurs est honnête, la rigueur est moins rigoureuse, pour deux raisons fondamentales :

- la première, très humaine et personnelle, est le biais de confirmation qui pousse tout chercheur, quand il émet une hypothèse, à mettre en œuvre la méthodologie la plus adaptée pour confirmer son intuition ;
- la seconde, plus grégaire que personnelle, repose sur son positionnement dans sa « tribu professionnelle ». Il souhaite valoriser son activité en l'orientant en fonction de l'évaluation qui va lui être la plus favorable pour intégrer le groupe ou y progresser hiérarchiquement.

Pourquoi une bonne partie de la production scientifique peut être fautive ? [1]

Un certain nombre d'études ne sont pas de bonne qualité sur le plan scientifique pour des raisons connues :

- écrire des hypothèses pour répondre à des données, et non obtenir des données à partir d'hypothèse ;
- utiliser sur le plan expérimental des méthodes d'analyse invalides ;
- prendre des échantillons trop faibles sur le plan statistique.

De plus, des effets de modes qui orientent les recherches dans un sens, plus ou moins

associés à des conflits d'intérêt, peuvent entraîner une culture de la recherche qui occasionnellement frôle les mauvaises conduites.

Pourquoi chercher ?

La recherche est une activité obligatoire pour qui veut accéder à un poste hospitalo-universitaire. Mais cette activité est tout aussi indispensable à celui qui est déjà nommé, qui est ou va devenir chef d'équipe. Elle est un des critères qui va permettre sa promotion de classe (ce qui n'est pas si anecdotique que cela même si cela n'est pas le but premier) mais surtout elle va assurer la mobilisation de son équipe universitaire, et sa cohésion : on peut imaginer que les équipes au sein desquelles les chirurgiens s'orientent sur des thématiques différentes, conservent malgré tout des projets communs, et donc des publications communes.

Cette recherche est également incontournable pour les établissements qui les hébergent : financement au travers des dotations MERRI (missions d'enseignement de recherche de référence et d'innovation) dans les établissements de santé grâce aux « points SIGAPS », et labélisation des unités de recherche à l'université et dans les UFR de Médecine.



La publication est le marqueur de l'activité de recherche des universitaires et souvent son seul, ou presque, outil d'évaluation.

Quelle évaluation pour la recherche ?

L'essentiel de cette évaluation se fait par l'intermédiaire des publications qui sont quantifiées par l'intermédiaire des « points SIGAPS ». Ils ont l'avantage de mettre en place une règle commune, les points attribués étant directement reliés au rang de la Revue dans laquelle la publication a été faite et à la place de l'auteur. Cette évaluation quantitative est la plus simple, mais cette clé d'évaluation a un certain nombre de défauts et cette méthode d'évaluation, qui fondamentalement partait d'un bon principe, a engendré l'adage « *Publish or Perish* », que la déviance du système a transformé en « *Publish and Perish* » [2] ! En effet, les procédures nationales d'évaluation incitent les mauvaises pratiques et les chercheurs eux-mêmes, y compris leurs plus hauts dirigeants, font peu pour changer les choses.

Des recommandations ont été faites à San Francisco en décembre 2012 lors d'une « *Declaration On Research Assessment* » (DORA) [3] :

1. Les distributions des citations dans les revues sont très asymétriques [4-6].
2. Les propriétés du facteur d'impact sont propres à chaque domaine : il s'agit d'un agrégat de types d'articles multiples et très divers avec des articles primaires comme de synthèse [4, 7].
3. Les facteurs d'impact peuvent être manipulés par une politique éditoriale [8].
4. Les données utilisées pour calculer les facteurs d'impact ne sont ni transparentes ni ouvertement accessibles au public [7, 9, 10].

Que peut-on proposer pour mieux évaluer la recherche ? [2] (voir chapitre 9)

On peut dégager trois axes :

- la nécessité de mettre un terme à l'utilisation d'indicateurs basés sur les revues, comme les facteurs d'impact, dans le financement, les nominations et les promotions ;

- évaluer la recherche sur sa valeur intrinsèque plutôt qu'en fonction de la revue où elle est publiée ;
- exploiter au mieux les possibilités offertes par la publication en ligne (comme la levée de restrictions inutiles sur le nombre de mots, de figures et de références dans les articles et l'exploration de nouveaux indicateurs d'importance et d'impact).

Et ainsi passer de POP (*Publish or Perish*) à TOP (*Transparency Openness Promotion*) [1].

Conclusion

L'évaluation de la recherche est bien sûr nécessaire, mais « quantité n'est pas qualité » et nos critères d'évaluation doivent évoluer

et s'affranchir de la « dictature » bibliométrique. Le POP ayant fait un flop, il ne nous reste qu'à être au TOP !

Stéphane BOISGARD

Références

- [1] Horton R. *What is medicine's 5 sigma? The Lancet* Volume 385, Issue 9976, P1380, April 11, 2015.
- [2] Maisonneuve H : *De la culture POP à la culture TOP, communication SOFCOT*, Nov 2019.
- [3] <https://sfdora.org/>
- [4] Adler, R., Ewing, J., and Taylor, P. (2008) *Citation statistics. A report from the International Mathematical Union.*

[5] Seglen, P.O. (1997) *Why the impact factor of journals should not be used for evaluating research.* *BMJ* 314, 498–502.

[6] Editorial (2005). *Not so deep impact.* *Nature* 435, 1003–1004.

[7] Vanclay, J.K. (2012) *Impact Factor: outdated artefact or stepping-stone to journal certification.* *Scientometric* 92, 211–238.

[8] The PLoS Medicine Editors (2006). *The impact factor game.* *PLoS Med* 3(6): e291 doi:10.1371/journal.pmed.0030291.

[9] Rossner, M., Van Epps, H., Hill, E. (2007). *Show me the data.* *J. Cell Biol.* 179, 1091–1092.

[10] Rossner M., Van Epps H., and Hill E. (2008). *Irreproducible results: a response to Thomson Scientific.* *J. Cell Biol.* 180, 254–255.

Référents déontologiques et référents intégrité scientifique

Par Joël MORET-BAILLY, Professeur de droit privé et sciences criminelles, Université de Lyon (Saint-Étienne), CERCRID UMR-CNRS 5137. j.moret-bailly@alinea-avocats.eu

Référent déontologue et référent intégrité scientifique (RIS) sont souvent confondus alors qu'ils diffèrent notamment par leurs origines normatives, les questions qu'ils traitent, leurs types d'intervention et au sort des informations qu'ils recueillent.

Origines normatives

Depuis 2016, selon l'article L. 124-2 du Code général de la fonction publique « *Tout agent public a le droit de consulter un référent déontologue, chargé de lui apporter tout conseil utile au respect des obligations et des principes déontologiques* » [1]. L'existence du référent déontologue est donc prévue par la loi ; elle fait par ailleurs l'objet du décret n° 2017-519 du 10 avril 2017 relatif au référent déontologue dans la fonction publique [2].

Résultant, depuis le milieu des années 2010, de l'initiative de différentes institutions, notamment universitaires et de recherche, le RIS fait depuis peu l'objet d'une reconnais-

sance réglementaire dans le décret n° 2021-1572 du 3 décembre 2021 relatif au respect des exigences de l'intégrité scientifique par les établissements publics contribuant au service public de la recherche et les fondations reconnues d'utilité publique ayant pour activité principale la recherche publique, dont l'article 3 prévoit que ces établissements « désignent un référent à l'intégrité scientifique » [3]. Fin 2021, on dénombrait environ 150 RIS, nombre d'entre eux regroupés dans le RESeau INTégrité Scientifique (RESINT).

Questions traitées

La déontologie de la fonction publique renvoie à un certain nombre de dispositions légales relatives au respect des obligations de dignité, impartialité, intégrité et probité, neutralité, respect du principe de laïcité, respect de la « liberté de conscience », respect des règles relatives aux conflits d'intérêts, aux cumuls d'activités, au secret et à la discrétion professionnelle, ainsi qu'à l'obéissance (à articuler avec l'indépendance du chercheur) et à la responsabilité de l'agent public, fût-il

Chapitre 6

chercheur. L'un des devoirs de l'agent public résidant dans l'application de la loi (au sens large), le fonctionnaire chercheur doit bien évidemment respecter les règles relatives à l'intégrité scientifique (outre le fait que l'une des valeurs déontologiques est l'intégrité et donc sans doute l'intégrité scientifique lorsque l'activité de l'agent public est la science).

Selon l'article 1^{er} du décret n° 2021-1572 du 3 décembre 2021 précité, « *L'intégrité scientifique mentionnée à l'article L. 211-2 du code de la recherche se définit comme l'ensemble des règles et valeurs qui doivent régir les activités de recherche pour en garantir le caractère honnête et scientifiquement rigoureux* », reprenant la définition de la circulaire dite Mandon de 2017 [4].

Types d'intervention

Selon l'article L. 124-2 du Code général de la fonction publique, le référent déontologue est chargé d'apporter à l'agent public « *tout conseil utile au respect des obligations et des principes déontologiques* ». Son rôle est donc « limité » au conseil, celui-ci ayant pour but le « respect des obligations et des principes déontologiques ».

Les missions du RIS, prévues à l'article 3 du décret de 2021 sont diverses, de la prévention des manquements à la formation à l'intégrité scientifique. La plus connue (et sans doute la plus chronophage) est « *3° Instruire les questions et signalements (...) relatifs à de tels manquements (...)* ; *5° Transmettre dans les meilleurs délais à l'organe compétent de*

l'établissement (...) un rapport destiné à lui permettre de décider des suites à donner pour chaque signalement instruit ».

En bref, et pour employer une analogie, le RIS est chargé de l'instruction des signalements de manquements à l'intégrité scientifique, les principes procéduraux relatifs à cette instruction faisant l'objet de l'article 2 du décret de 2021.

Sort des informations recueillies

Selon l'article 7 du décret de 2017 précité, « *Le référent déontologue est tenu au secret et à la discrétion professionnels* ». Or, une

exception au secret ne pouvant être prévue que par la loi, le référent déontologue ne peut donc être « délié » de son secret par son autorité hiérarchique ou par l'agent public.

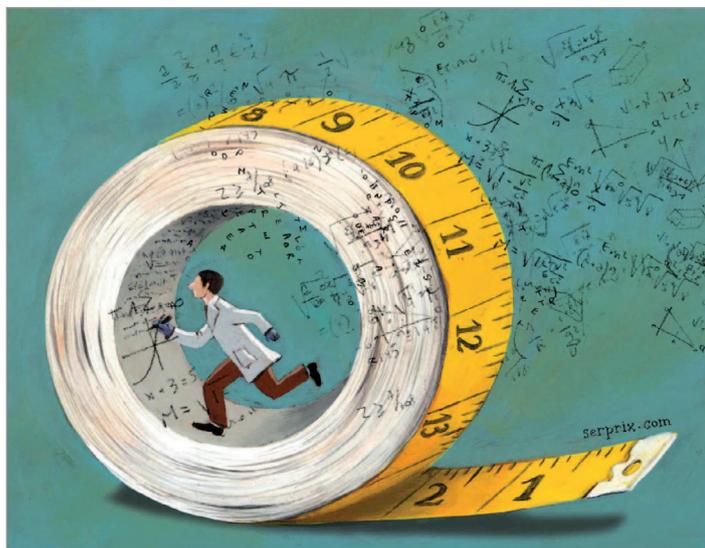
Tel n'est pas le cas du RIS, « seulement » tenu à la discrétion. De ce fait, selon les règles du Code général de la fonction publique (et outre les prévisions reproduites ci-dessus à propos de la transmission des « rapports d'instruction »), l'autorité hiérarchique du RIS (le dirigeant de l'établissement ou l'autorité de nomination du RIS) a la possibilité de le relever de son obligation de dis-

crétion et d'autoriser la circulation de l'information à l'intérieur de l'administration, voire au-delà si nécessaire.

Joël MORET-BAILLY

Liens d'intérêt

- *Référent déontologue (laïcité, lancement d'alertes, signalement des violences) et Référent chargé de la lutte contre le racisme et l'antisémitisme du CNRS*
- *Vice-président du Comité de déontologie des ministères chargés des affaires sociales*
- *Directeur de la collection Droit & Déontologie, PUF*



Références

- [1] *Loi n° 2016-483 du 20 avril 2016 relative à la déontologie et aux droits et obligations des fonctionnaires ; elle a créé l'article 28 bis de la loi de 1983, relative aux droits et obligations des fonctionnaires, puis Code général de la fonction publique créé par l'ordonnance n°2021-1574 du 24 novembre 2021 et entré en vigueur le 1er mars 2022.*
- [2] *Décret n° 2017-519 du 10 avril 2017 relatif au référent déontologue dans la fonction publique.*
- [3] *Ce décret est pris en application de la loi de programmation de la recherche qui fait de l'intégrité scientifique un objet de politique publique en la matière (Loi n° 2020-1674 du 24 décembre 2020 de programmation de la recherche pour les années 2021 à 2030 et portant diverses dispositions relatives à la recherche et à l'enseignement supérieur).*
- [4] <https://www.legifrance.gouv.fr/circulaire/id/41955>

Chapitre 7

Le comité d'éthique de la revue OTSR-RCOT : le garant de l'intégrité scientifique de ses publications

Par Rémi KOHLER, Philippe BEAUFILS, Henry COUDANE, Hervé MAISONNEUVE, Henri MIGAUD

Origine du comité, objet, composition

Le « comité d'éthique » de notre revue OTSR-RCOT (ainsi dénommé dans « l'ours » de chaque numéro) est plus exactement un « comité de veille de l'intégrité scientifique des travaux soumis à la rédaction ». Il a été créé en 2018 par Ph. Beaufils, alors rédacteur en chef de la revue, qui avait depuis

« Se taire et observer n'est pas une attitude responsable ; ne pas dénoncer une méconduite est une méconduite ! »
H. Maisonneuve

plusieurs années été très attentif à cet aspect éditorial (voir chapitre 1). Ainsi, il s'alignait

sur les grandes revues scientifiques (en particulier biomédicales) qui, comme OTSR, adhèrent aux règles internationales (*International Committee of Medical Journal Editors, ICMJE* [1] et *Committee On Publication Ethics, COPE* [2]). Bien que non obligatoire (aucun texte ne stipule sa mise en place), ce comité d'éthique « indépendant et complémentaire du comité de rédaction,

a pour rôle d'analyser les éventuelles déviances, inconduites (*misconducts*) et de proposer au rédacteur en chef les mesures correctives appropriées, tant vis-à-vis du processus éditorial que vis-à-vis des auteurs, qui pourront être rappelés à l'ordre, voire sanctionnés » [3]. En d'autres termes, la revue se doit de publier des travaux de qualité mais d'offrir en outre au lecteur la garantie qu'ils respectent les principes de l'intégrité scientifique : loyauté, impartialité, honnêteté.

Depuis son début, et inchangé à ce jour, ce comité est constitué de 5 membres : Philippe Beauvils, Henry Coudane, Rémi Kohler, Hervé Maisonneuve et Henri Migaud. Ce dernier, actuel rédacteur en chef de la revue, joue un rôle essentiel dans l'articulation avec le comité de rédaction qu'il dirige en veillant, comme on le verra, à la synergie entre les 2 instances (Figure 1).

De façon habituelle, le comité d'éthique s'adjoint le rédacteur qui a suivi le processus de révision de l'article objet de sa saisine et parfois l'éditeur de la revue (Elsevier-Masson) lorsqu'il sera susceptible de devoir intervenir si l'article est déjà publié dans la revue (voir chapitre 8).

Fonctionnement du comité

Il se rapproche d'une démarche d'expertise médico-légale, avec des « sages » en guise d'experts, missionnés non pas par un juge d'instruction mais par le rédacteur en chef

qui souhaite être éclairé (ou du moins conforté) sur une possible inconduite, sa gravité, et sur l'attitude à adopter vis-à-vis des auteurs, voire de leur institution.

Assez rarement, l'alerte survient après la publication de l'article, alerte donnée par un lecteur (découverte de données falsifiées par exemple) ou bien par un co-auteur (ordre des auteurs, ou auteur « oublié » dans la liste...). Dans ces situations délicates, le comité est saisi et pleinement dans son rôle pour aider le rédacteur en chef à prendre une décision, conjointement avec l'éditeur ; ceux-ci disposent de plusieurs leviers pouvant aller jusqu'à la rétractation de l'article ! (Voir chapitre 8).

Habituellement, la détection d'une inconduite est faite au stade de soumission de l'article par son rédacteur ou ses reviewers ; il s'agit le plus souvent d'un plagiat ou d'une de ses variantes [4], qui ont été développés par ailleurs (voir chapitre 3). Ce plagiat peut parfois être tellement évident (jusqu'à plus de 40 % de similitude !) que l'article sera alors rejeté d'emblée par le rédacteur en chef au vu de ce seul critère éthique, avant même qu'il n'entre dans le circuit de lecture ! (Voir encadré 1). Ce sont donc les membres du comité de rédaction, en charge du processus de « peer review », qui ont maintenant la charge délicate du contrôle de l'intégrité scientifique de l'article révisé, parallèlement à l'analyse de son fond et de sa forme.

S'ils doivent idéalement avoir un « flair » aiguisé, ils sont aidés aujourd'hui par des outils performants pour débusquer une inconduite, en particulier le plagiat ou une double publication : Google, Pubmed, logiciels détecteurs de plagiat qui permettent de le dépister et d'évaluer le taux de similitude (*iThenticate, Copyscap*, etc.), vérification des numéros d'enregistrement des protocoles de recherche (*Prospero, clinical trials.gov, Eudract*), etc.

Il reste encore toutefois quelques trous dans la raquette, comme par exemple l'envoi presque simultané de deux articles dans deux revues différentes, dont l'un est un plagiat, tandis que l'original n'est pas accepté du moins pas encore dans les bases de données, et donc indétectable durant cette période de *peer review*.

Après sa saisine, le comité d'éthique conduira alors son enquête de façon transparente et contradictoire, en s'appuyant sur les pièces que lui a transmises le rédacteur en chef (l'article incriminé et les correspondances avec les auteurs, voire avec leurs institutions ; rappelons que tous les auteurs sont co-responsables du contenu de l'article) et en suivant une procédure maintenant bien codifiée, la procédure COPE. Il s'agit d'arbres de décision (flowcharts) adaptés aux nombreuses situations rencontrées (Figure 2).

Au terme de cette instruction, le verdict est le point délicat !

Chaque membre du comité rend son avis : ceux-ci sont le plus souvent convergents dans la qualification de l'inconduite mais peuvent un peu différer quant aux mesures correctives envisagées. Les *guidelines* proposées par COPE sont là encore très précieuses [5]. Le comité ne doit pas s'ériger en procureur : il doit confirmer une inconduite par un « avis motivé » qui n'est que « consultatif » et c'est le rédacteur en chef qui *in fine* décidera des mesures à prendre, d'autant qu'il est le seul en contact avec les auteurs.

La décision prise concernera en premier lieu l'article : selon que la méconduite semble relever d'une fraude réelle ou d'une erreur, il sera rejeté ou amendé (si l'article est déjà publié ce sera l'objet d'une décision conjointe, toujours délicate, de l'éditeur et du rédacteur).

Elle concernera aussi les auteurs de cet article, vis-à-vis desquels il faudra avant tout faire preuve de pédagogie ! Toutefois, ces entorses qui nuisent à la crédibilité des revues médicales tout autant qu'à leur qualité

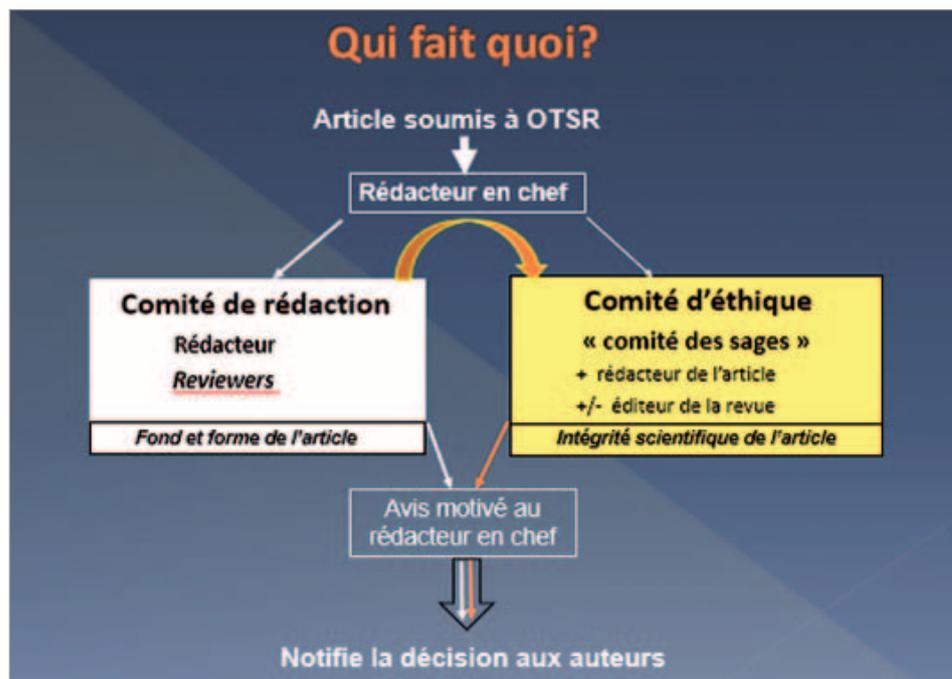


Figure 1

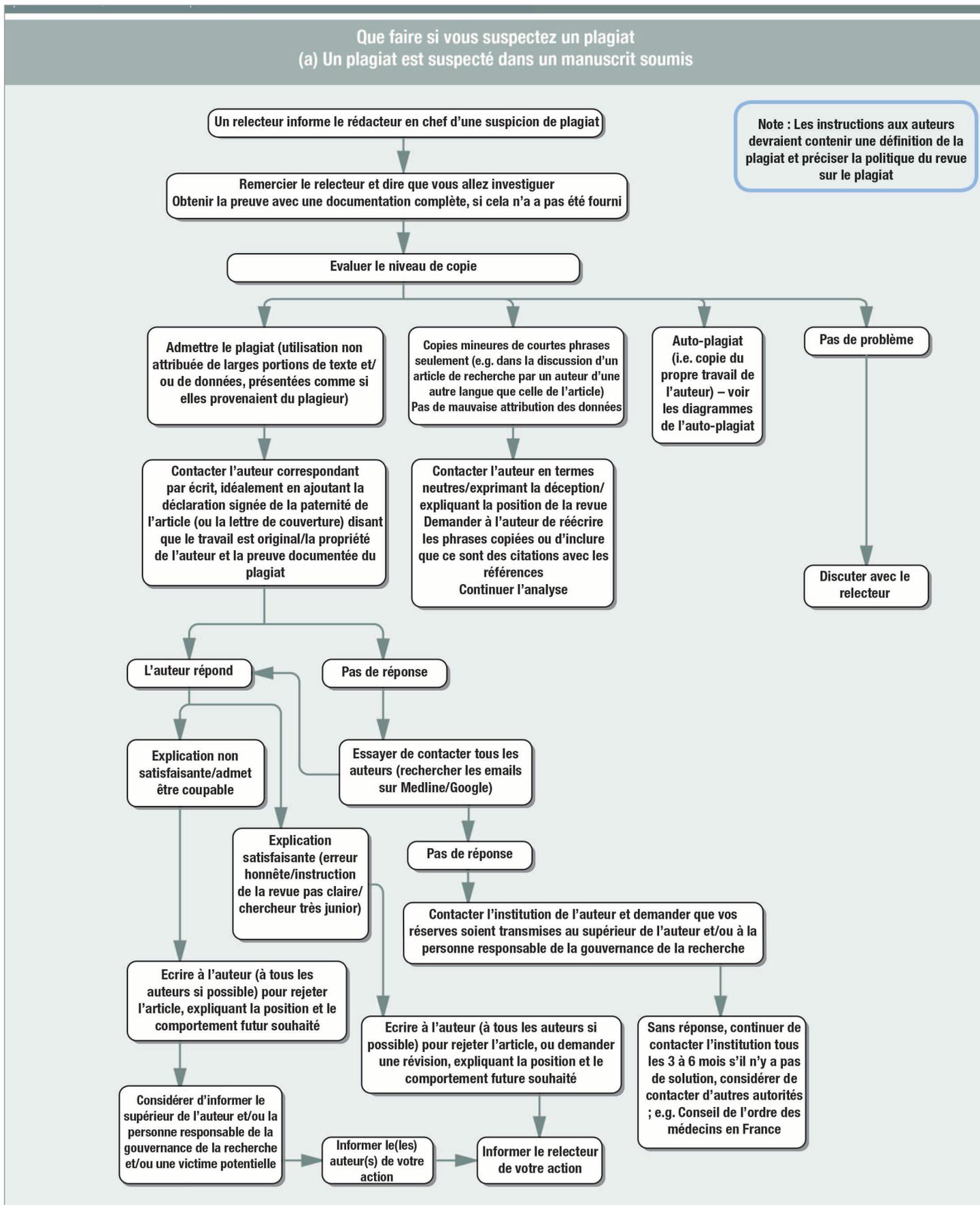


Figure 2 - Un exemple de flowchart COPE : que faire si vous suspectez un plagiat dans un article soumis ?
Traduction française : H. Maisonneuve

rédaçonnelle peuvent à ce titre relever d'une sanction ; elle pourra être prononcée soit par le biais de leur institution [6, 7], qui aura été avertie et prendra (ou non) des mesures appropriées, car c'est son rôle, soit par le biais d'autres revues appartenant au même éditeur qui pourraient « *blacklister* » ces auteurs [1]. Dans tous les cas, diplomatie, tact et prudence s'imposent car dans certains pays (comme la Chine par exemple) de telles sanctions peuvent être très sévères avec de lourdes conséquences pour les auteurs... contrastant avec un certain laxisme national !

Conclusion

On peut dresser un premier bilan encourageant des quatre premières années d'activité

de ce comité (encadré 1). La « culture » de l'intégrité scientifique a progressé : les membres du comité d'éthique se sont instruits au fil des affaires traitées et les membres du comité de rédaction ont intégré ce nécessaire double regard sur les travaux qu'ils analysent. Surtout, nous l'espérons, les auteurs ont mesuré les enjeux de ces conduites et les risques qu'ils encourent en enfreignant ces règles [3]. Enfin, il apparaît que le rôle du rédacteur en chef de la revue est essentiel, veillant à ce que la revue soit irréprochable en termes d'éthique : il est le déontologue de la revue, une tâche lourde qu'il convient ici de souligner.

Le comité d'éthique d'OTSR-RCOT

Références

[1] ICMJE : recommandations aux auteurs. <https://www.icmje.org/recommendations/translations/french2022.pdf>

[2] COPE principles of transparency. <https://publicationethics.org/resources/guidelines-new/principles-transparency-and-best-practice-scholarly-publishing>

[3] Coudane H, Kohler R, Danan JL, Maisonneuve H, Beaufils P. The place of ethics in scientific and medical publications: The example of the Orthopedics & Traumatology: Surgery & Research journal, with the establishment of an ethics committee. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2022 Apr;108(2):103249. doi: 10.1016/j.otsr.2022.103249.

[4] Beaufils Ph. Découpage vertueux, saucissonnage, double publication. Où commence la fraude ? *Rev chir orthop*, 99, 2013, 93-94.

[5] COPE : Guidelines. <https://publicationethics.org/files/French%20%281%29.pdf>

[6] COPE : Coopération avec les universités. https://publicationethics.org/files/Research_institutions_guidelines_final.pdf

[7] Maisonneuve H. Le management des erreurs et des fraudes scientifiques par les revues biomédicales : elles ne peuvent pas se substituer aux institutions. *Presse Med* 2012, 41,853-60.



Encadré 1

Activité du comité d'éthique (janvier 2018-septembre 2021)

1. Activité éditoriale du comité de rédaction (CR) (moyenne sur 3 ans)

- Environ **1 000** manuscrits sont soumis chaque année à la revue OTSR.
- **500** sont rejetés directement par le rédacteur en chef (**dont 25 environ pour évidence de plagiat ou double soumission**). Ce sont donc près de deux chaque mois !!
- **500** sont soumis aux « *reviewers* » pour une analyse du travail (forme, fond et respect de l'intégrité scientifique).
- Parmi eux, **250** iront au terme du processus éditorial et seront publiés dans les 8 numéros de la revue.

2. Activité du comité d'éthique (CE) depuis sa création

- Sollicitation par le comité de rédaction : **24 fois en 3 ans et demi** pour avis sur des situations « délicates » (soit environ 7 fois par an et donc pour 1,4 % des manuscrits traités par le comité de rédaction). Verdict en général consensuel.
- **16 articles au stade de soumission** (double soumission, plagiat, etc.) : tous rejetés.
- **8 articles déjà publiés** : 3 rétractations, 1 « corrigendum » (ajout d'un nom à la liste initiale des auteurs), 4 « notes de l'éditeur ou des auteurs ».

3. Commentaires

- Les méconduites ne sont pas si rares si l'on prend en compte les nombreux « rejets d'emblée » en sus des cas étudiés par le comité d'éthique (à noter une part importante de la Chine dans les articles litigieux).
- Renforcement net de cette démarche éthique au sein de la revue avec une tendance au durcissement des sanctions.

Le rôle concerté de l'éditeur et du rédacteur en chef en cas de conflit

Par **Pascal LÉGER¹**, **Henri MIGAUD²**

1- Elsevier Masson, STM Journals – Health and Medical Sciences France, 65, rue Camille Desmoulins, 92130 Issy-les-Moulineaux, France. p.leger@elsevier.com

2- Comité de rédaction Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research, 56, rue Boissonnade, 75014 Paris, France. hemigaud@nordnet.fr

L'éditeur et le rédacteur en chef d'une revue académique de publication scientifique agissent conjointement et solidairement lors des infractions à l'intégrité scientifique (IS) qui s'opposent à eux. Mais, au-delà de ces conflits, ils interviennent continuellement sur le sujet de l'IS tout au cours de leur relation dans les publications dont ils ont la charge, pour « une recherche robuste, probe et libre » [1] et pour le plus grand bénéfice des travaux rapportés (et de leurs contributeurs et lecteurs).

1. L'éditeur et le rédacteur en chef ne sont pas seuls garants de l'IS

Dire que l'intégrité de la recherche est au fondement de l'édition scientifique subor-

donne la responsabilité commune de l'éditeur et du rédacteur en chef, qui commence par leur vigilance aux principes, codes et réglementations établies [2, 6], déjà dans la convention signée entre eux deux et qui régit leur relation et détermine leurs missions respectives (et presque les asserment). Cette responsabilité s'applique d'ailleurs avec la même exigence aux auteurs, aux rédacteurs, aux relecteurs-réviseurs, mais encore à tous ceux qui soutiennent les publications et de quelque nature que soit leur apport.

2. Nombre, variété, intentionnalité, gravité et provenance des cas examinés

La liste des méconduites pouvant affecter les publications scientifiques fait ressortir

leur nombre tout autant que leur variété et leur diversité (voir chapitre 3). S'il est avéré qu'il existe en la matière une certaine « ingéniosité » des auteurs, le degré de méconduite est variable depuis « l'erreur honnête » jusqu'à « la fraude médiatisée » [3] (Figure 1). Et, bien sûr, les réponses applicables doivent considérer l'intentionnalité (ou non) autant que la gravité du cas examiné. Elles doivent encore observer la provenance du cas, qui peut être rapporté par un plaignant externe ou détecté par la rédaction du journal.

Le temps est bien une (autre) composante majeure à considérer lors d'un conflit, et tout particulièrement quand un cas engage d'autres revues (et d'autres rédacteurs en chef et éditeurs...).

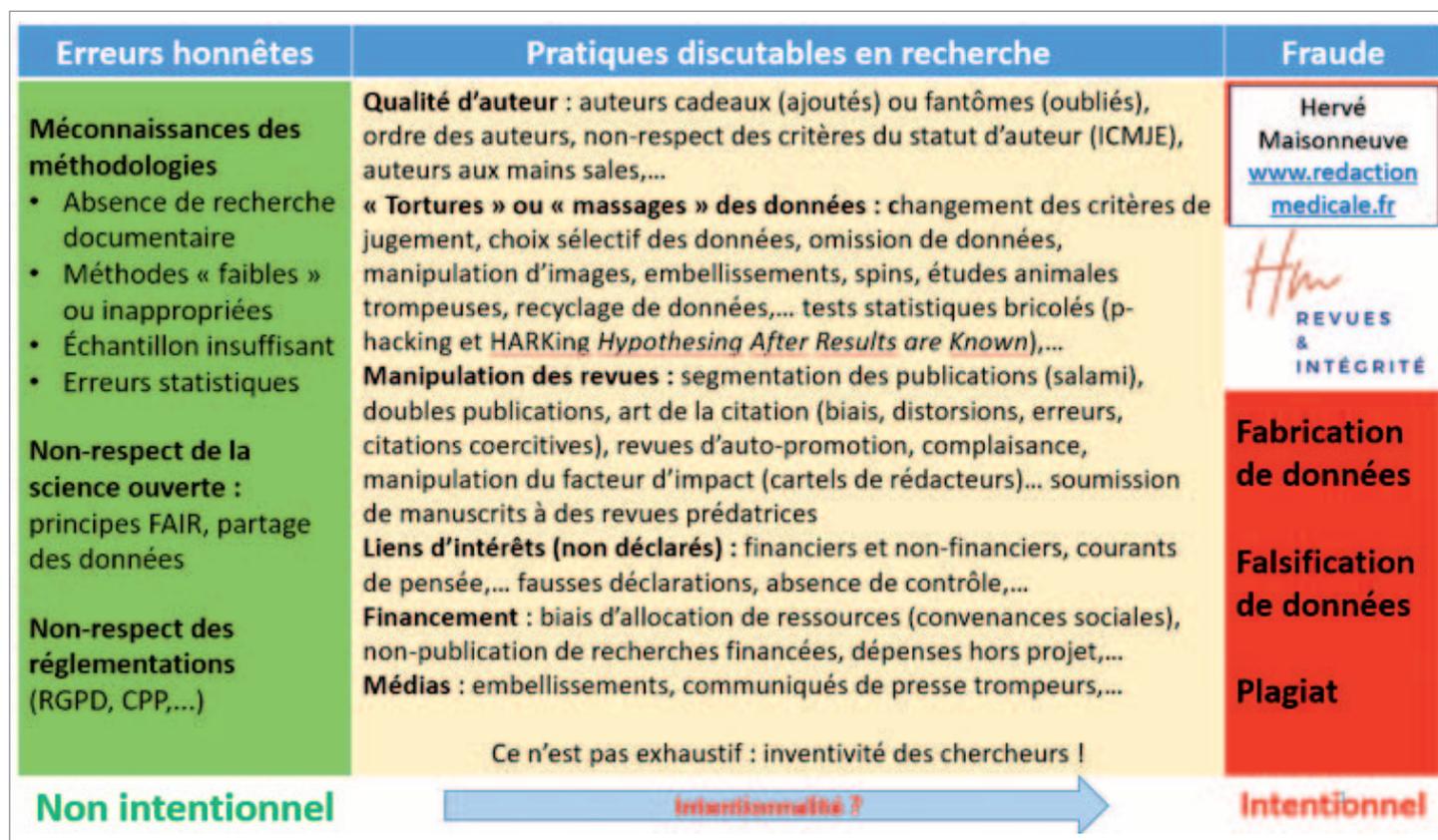


Figure 1 - Différents degrés de pratiques discutables en recherche [3], Hervé Maisonneuve, avec l'aimable autorisation de l'auteur. FAIR : Facile à trouver, Accessible, Interopérable, Réutilisable. RGPD : Règlement Général sur la Protection des Données ; CPP : Comité de protection des personnes.

3. Le binôme rédacteur en chef-éditeur

L'examen d'un cas se fait toujours en concertation et en coordination étroite entre le rédacteur en chef et l'éditeur, charge à chacun d'informer l'autre dès qu'un cas survient. Mais le bien-fondé du cas est d'abord examiné par la rédaction (pour OTSR et RCOT par les membres de son Comité d'éthique [4, 5] ; voir chapitre 7) et, quand le cas engage une (ou plusieurs) revue(s), avec leurs rédactions respectives. À ce stade, l'éditeur est impliqué pour aider à documenter le litige et sa résolution et fournir une assistance spécialisée : procédures utiles, avis et recommandations de bonnes pratiques, conseils y compris juridique [6].

L'éditeur peut être néanmoins impliqué dès l'origine du litige quand le cas est assorti d'une question légale, par exemple :

- lors d'une plainte formelle auprès d'une juridiction ;
- ou suivant la lettre d'un avocat représentant une partie lésée ;
- en cas de violation d'un droit légal tel que le droit d'auteur, le droit moral ou le droit à la vie privée ;
- en cas de diffamation ;
- enfin, quand le cas présente des affirmations contradictoires entre les parties qui ne peuvent pas être résolues sur le plan scientifique par les méthodes et procédures habituelles.

4. La gestion du conflit

La règle générale pose que le rédacteur en chef de la revue contacte l'auteur à propos duquel une infraction est suspectée, a fortiori lorsqu'une plainte est déposée ; l'auteur est sollicité pour en répondre (encadré 1). Sur la base de la réponse de l'auteur, le rédacteur en chef décide d'une suite à donner ou non (par exemple, si l'auteur retourne une réponse claire et convaincante).

Le rédacteur en chef peut être conduit à solliciter d'autres organismes ou personnes pouvant ou devant être impliqués, qui peuvent être selon les cas :

- pour une suspicion de plagiat (soumission et/ou publication redondante/multiple) : le rédacteur en chef et l'éditeur d'une autre (des autres) publication(s) impliquée(s) et le cas échéant, si la faute est avérée, les autorités administratives et/ou universitaires du mis en cause ;
- pour une allégation s'agissant de l'autorité du travail rapporté et de fraude : les institutions où la recherche a été menée ;

- en cas de parti pris ou d'actes de concurrence déloyale/inappropriée, l'institution qui emploie l'auteur présumé de l'infraction ;
- pour les questions de divulgation de conflits d'intérêts et de brevets, l'agence de financement ou les institutions employeuses.

Mais les questionnements, à l'image des cas examinés, ne sont pas tous documentés : le COPE (*Committee on Publication Ethics*, <https://publicationethics.org/>) est toujours d'une aide précieuse*.

Encadré Prudence dans l'examen du conflit !

Lorsqu'un conflit fait l'objet d'un examen, il convient de veiller à agir de manière équitable et objective et à ne pas diffamer un auteur (ou un plaignant) de quelque manière que ce soit. Inutile de s'exposer à son tour à des poursuites.

C'est pourquoi, qu'il s'agisse de la rédaction ou de l'éditeur d'une revue, les formulations retiendront plus volontiers, par exemple, les termes de violation « alléguée » ou « apparente ». Et les informations seront recueillies avec soin et sans jugement prématuré.

Pour en faciliter la collecte, l'éditeur peut être sollicité par le rédacteur en chef pour avis avant qu'il ne corresponde ; il peut aussi lui fournir des modèles de courriers-types.

Dans tous les cas, il n'est pas préconisé de chercher à tirer une conclusion définitive sur un cas examiné, mais bien plutôt d'enquêter jusqu'à un point suffisant pour s'assurer, après recherche raisonnable et diligente, qu'il y a ou non un problème.

5. Dispositions applicables

La résolution d'un conflit est envisagée et pesée avec soin par le rédacteur en chef et toujours en concertation avec l'éditeur.

* Sur les questionnements du moment, on lira avec intérêt la Lettre du Président du COPE, Dan Kulp, faisant mention de deux symposia : l'un sur la diversité, l'équité et la justice dans les collaborations mondiales, l'autre sur les « fabriques à papier » [7].

La communication à l'auteur et/ou à l'institution des auteurs du cas est en soi déjà une étape importante.

Mais bien sûr d'autres dispositions (non exclusives) peuvent inclure, par ordre de gravité :

- la publication d'une lettre de la rédaction portant avis, d'un corrigendum ou d'un erratum, d'un avis de réserve (toutes ces notes sont liées à l'article et restent dans les bases de données comme une continuité et/ou un complément de l'article) ;
- la rétractation formelle de l'article (elle est signalée sur l'article et reste dans les bases de données marquant définitivement la pénalité des auteurs) ;
- et jusqu'à la suppression de l'article, qui peut être remplacé ou non par une version amendée (avec une marque dans les bases de données marquant définitivement la pénalité des auteurs).

5.1. Lettre de la rédaction, corrigendum/erratum, avis de réserve

Alors que l'erratum fait référence à la correction d'erreurs introduites dans l'article par l'éditeur, le corrigendum fait référence à une modification de son article par l'(les) auteur(s) ; l'un comme l'autre peuvent être publiés à tout moment après la publication. Dans le cas du corrigendum, l'auteur-correspondant sollicite le rédacteur en chef de la revue, charge à lui de déterminer l'impact du changement et de décider de la marche à suivre. L'éditeur ne publie le rectificatif à un article publié qu'après avoir reçu l'approbation et les instructions du rédacteur en chef.

Lettre de la rédaction, corrigendum et erratum sont adaptés pour une petite partie d'une publication par ailleurs fiable (par exemple, une erreur honnête), parfois quand la liste des auteurs/contributeurs est incorrecte (omission d'un auteur et/ou retrait d'un auteur ne correspondant pas aux critères de paternité de l'article), ou encore si des conflits d'intérêts potentiels des auteurs sont divulgués après publication, ou enfin une erreur sur une donnée chiffrée importante (erreur typographique ou sur des décimales par exemple).

L'avis de réserve (ou « *expression of concern* ») notifie une décision plus grave de la rédaction, en cela qu'elle sanctionne des réponses des auteurs jugées non convaincantes : par exemple, des preuves non concluantes. Un avis de réserve est émis par

ailleurs quand une enquête sur une faute présumée dans l'article n'a pas été (ou ne serait pas) juste et impartiale ou concluante, le cas échéant si une enquête est en cours (quand il apparaît qu'un jugement ne sera pas disponible avant un temps certain).

5.2. Rétractation de l'article [8]

Un article doit être retiré (ou rétracté) à la demande du rédacteur en chef, lorsque le travail rapporté met en cause l'éthique ou qu'il est établi que les résultats ne sont pas fiables, soit en raison d'une faute (par exemple, fabrication/falsification de données), mais aussi à l'occasion d'une erreur honnête, par exemple une erreur de calcul ou une erreur expérimentale.

Une rétractation sanctionne aussi des résultats déjà publiés sans citation de la référence ni autorisation, ou s'il y a plagiat (appropriation des idées, des méthodes, des résultats ou des textes d'autres auteurs sans leur en donner le crédit).

Elle sanctionne encore le cas où le processus d'examen par les pairs a été compromis ou manipulé et lorsque l'intégrité scientifique de l'article ne peut être garantie, cas notamment des conflits d'intérêts divulgués après publication et qui modifient les conclusions d'un article.

5.3. Suppression de l'article

La suppression d'un article reste une mesure exceptionnelle ; elle intervient lorsque :

- l'article est clairement diffamatoire ;
- s'il enfreint les droits légaux d'autrui ;
- quand il fait l'objet d'une décision de justice ;
- s'il contient des dosages/erreurs médicales pouvant entraîner des dommages importants pour les patients ou les sujets ;
- s'il permet d'identifier une personne particulière ou comprend des données personnelles, notamment en l'absence de consentement approprié (y compris dans l'incapacité de produire ledit consentement) ;
- en cas d'embargo sur l'article demandé des auteurs, documenté auprès de la rédaction et de l'éditeur (y compris pour la durée d'embargo et la date de sa levée), qui est accidentellement ignoré.

Conclusion

Les soumissions d'articles aux revues RCOT et OTSR, plus de 1 000 par an, n'échappent pas aux pratiques discutables de recherche, lesquelles affectent une proportion non né-

gligeable des travaux soumis. C'est bien d'ailleurs un premier motif de rejet d'un article, qu'il soit l'objet d'une expertise ou non (s'il est refusé directement). Heureusement, les enquêtes restent limitées à quelques publications : une trentaine de cas examinés depuis la création du Comité d'Éthique en mars 2018 (et jusqu'à fin septembre 2022).

Promouvoir l'intégrité de la recherche est un enjeu majeur du binôme rédacteur en chef - éditeur, qui commence avec une méthodologie appropriée dans la conception de publications éthiques, relues et révisées

suivant les plus hauts standards, enfin mises à disposition avec toutes leurs données de recherche, pour en assurer l'exactitude, la transparence et la reproductibilité. Un enjeu qui nécessite une disponibilité et des moyens proportionnels alors qu'il devient de plus en plus difficile d'échapper aux contrôles avant, pendant et après la publication et que les avertissements reçus ou la sévérité des sanctions ne sont pas encore assez dissuasifs.

Remerciements

Nos remerciements aux Professeurs Rémi Kohler et Hervé Maisonneuve qui ont supervisé, coordonné et relu ce numéro du BOF, ainsi qu'au Professeur Philippe Merloz qui en a accepté l'idée, pour leur invitation à partager le point de vue de l'éditeur et du rédacteur en chef des revues RCOT et OTSR sur ces conflits à l'IS. Nos remerciements également à Mesdames Jessica Alexander et Catriona Fennell pour la documentation produite et l'aide continue qu'elles apportent aux rédactions et aux éditeurs qui les servent au sein d'Elsevier.

Déclarations d'intérêts

- Pascal Léger déclare être salarié de la Société Elsevier Masson SAS, une filiale de RELX Group.
- Henri Migaud est rédacteur en chef pour Orthopaedics & Traumatology : Surgery & Research et pour la Revue de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique ; en dehors de ce travail, il perçoit des avantages comme consultant pour Zimmer-Biomet, MSD, SERF et Corin.

Pascal LÉGER, Henri MIGAUD

Références

- [1] Corvol P, Léveillé L. L'intégrité scientifique selon Pierre Corvol : de la « fausse science » d'hier aux « PQR et FFP » d'aujourd'hui, comment garantir une recherche robuste et libre ? In: Colligere, 12/01/2022, <https://archibibscdf.hypotheses.org/10078>. Accédé le 9 juin 2022.
- [2] Elsevier. Additional organizations or resources. <https://www.elsevier.com/editors/perk/additional-organizations-or-resources>. Accédé le 6 septembre 2022.
- [3] Maisonneuve H. De POP à TOP ou la promotion de l'intégrité [Internet]. Rédaction Médicale et Scientifique. Publié le 18/05/2022. <https://www.redactionmedicale.fr/2022/05/de-pop-a-top-ou-la-promotion-de-lintegrite>. Accédé le 03/08/2022.
- [4] Kohler R. Le comité d'éthique (CE) de la revue OTSR, garant de son intégrité scientifique. Communication orale durant le 95e congrès de la Société Française de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique. 9 novembre 2021, Paris, France.
- [5] Coudane H, Kohler R, Danan JL, Maisonneuve H, Beaufile P. The place of ethics in scientific and medical publications: The example of the Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research journal, with the establishment of an ethics committee. *Orthop Traumatol Surg Res* 2022; 108(2): 103249. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2022.103249>
- [6] Elsevier. Publishing Ethics Resource Kit for Editors. <https://www.elsevier.com/editors/perk>. Accédé le 6 septembre 2022.
- [7] Kulp D. Letter from the COPE Chair: June 2022. In: COPE Digest newsletter. <https://publicationethics.org/news/letter-cope-chair-june-2022>. Accédé le 12 septembre 2022.
- [8] COPE. Guidelines : Retraction guidelines. <https://publicationethics.org/files/retraction-guidelines.pdf>. Accédé le 12 sept 2022.



Une conduite responsable de la recherche pour améliorer les pratiques

Par **Hervé MAISONNEUVE** (Paris), Rédacteur médical ; rédacteur du blog *Revue et Intégrité* www.redactionmedicale.fr ; membre du comité d'éthique de la revue OTSR. herve@h2mw.eu

La demande qui m'a été faite s'intitulait « Comment améliorer les choses ? ». Qui veut réellement améliorer un système existant qui plaît aux chercheurs et aux institutions (car il est simple) ? Les années 2010 ont permis de faire un constat (voir chapitre 3), et de se rendre compte de l'urgence car la science prenait un tournant obscur. Est-ce que les années 2020 permettront de redresser la barre ? Si des progrès sont observés, il faudra beaucoup de temps car ce sont des problèmes systémiques. La plupart des chercheurs sont honnêtes et ont pris l'habitude de faire ce que nos hauts dirigeants demandent pour survivre dans un système dit « *Publish or Perish* ». Les chercheurs sont évalués avec des indicateurs simples, dont ils ne connaissent ni la méthode de calcul ni la pertinence, et qui mesurent une quantité d'articles publiés et de citations de ces articles. Ils font ce qui est demandé. Pourrait-on changer ce système d'évaluation et résoudre tous les problèmes liés à une dérive des pratiques ? OUI, mais... qui commence ?

Il y a beaucoup de bonnes initiatives qui se heurtent à une inertie majeure et une résistance au changement de nos hauts dirigeants. Nous sommes nombreux à penser que la promotion de la Science Ouverte et la formation des jeunes chercheurs serait la solution (permettant aux séniors de continuer leurs pratiques ?). Pendant la Présidence française du Conseil de l'Union européenne (1^{er} semestre 2022), il y a eu « *l'appel de Paris* » [1] qui invite à « réformer le système actuel d'évaluation de la recherche en prenant en compte l'ensemble des productions de la recherche, dans toute leur diversité, et en les évaluant sur la base de leurs mérites intrinsèques et de leurs impacts. Dans ce but, il convie les agences de financement, les organismes de recherche et les autorités d'évaluation à s'engager dans une coalition ». Ce texte mérite lecture car c'est l'un des textes fondateurs pour ouvrir la science.

J'ai sélectionné 5 initiatives, mais il en existe beaucoup d'autres que la plupart d'entre nous connaissent déjà.

1. DORA pour abandonner les indicateurs quantitatifs

En décembre 2012, a été publiée la déclaration DORA (*Declaration On Research Assessment*) qui a été traduite en 28 langues, dont le français [2]. La première recommandation est : ne pas utiliser les indicateurs basés sur les revues, tels que les facteurs d'impact, comme succédané d'appréciation de la qualité des articles de recherche individuels, pour évaluer les contributions d'un scientifique en particulier ou pour prendre des décisions en matière de recrutement, de promotion ou de financement. DORA a été signée par la plupart de nos universités, organismes de recherche. Je n'ai pas vu de changements en 10 ans, sauf un accord parfois unanime pour dire que DORA est une excellente déclaration ! Qui va commencer... c'est déprimant. Avant DORA, notre Académie des sciences avait publié un rapport expliquant la mauvaise utilisation de la bibliométrie pour évaluer les chercheurs, et attirant l'attention sur les dérives du système [3]. DORA est connue en 2022, mais c'est complexe à mettre en œuvre !

2. Les principes de Hong Kong pour évaluer des pratiques responsables en recherche

Il s'agit de principes élaborés par des groupes de travail lors de la 6^e Conférence mondiale de l'intégrité de la recherche de 2019. Il y a

5 principes décrits dans un article de PLOS Biology [4] :

- 1°) évaluer les chercheurs sur les pratiques responsables de la conception à la réalisation d'une recherche, y compris le développement de l'idée, la conception de la recherche, la méthodologie, la conduite de la recherche et la diffusion des résultats ;
- 2°) valoriser la communication précise et transparente de toutes les recherches, quels qu'en soient les résultats ;
- 3°) valoriser les pratiques de la science ouverte (recherche ouverte), telles que les méthodes, les matériels et les données ouvertes ;
- 4°) valoriser un large éventail de recherches et d'études, telles que la reproduction, l'innovation, l'application, la synthèse et la méta-recherche ;
- 5°) valoriser une série d'autres contributions à la recherche responsable et à l'activité académique, telles que l'évaluation par les pairs pour les subventions et les publications, le mentorat, la sensibilisation et l'échange de connaissances.

Des indicateurs pour des pratiques de recherche responsable ont été formalisés pour les 6 étapes d'une recherche : idée et formulation de la recherche, méthodologie de l'étude, management de l'étude, analyse des données, rapport et publication dans une revue, dissémination (médiat, public). Ce sont des indicateurs orientés sur les principes d'assurance qualité et de science ouverte [4].

3. La « règle des 5 » pour focaliser l'évaluation sur la qualité plutôt que la quantité

En Australie, Alan Finkel, le directeur général de la science (conseiller du gouvernement), a proposé une règle [5]. Un dossier d'évaluation doit contenir 5 publications des 5 dernières années avec une description de la recherche... et les jurys prennent connaissance de ces articles. L'objectif est de juger la qualité des recherches et non de s'appuyer



sur des indicateurs manipulés. Ce principe commence à être mis en œuvre dans d'autres organisations non australiennes avec des variantes : le principe est de raccourcir les curriculums vitae et de ne citer que des publications de qualité.

4. Les Registered Reports pour évaluer des protocoles plutôt que des résultats

Il s'agit de la meilleure solution pour permettre aux chercheurs de conduire leur recherche en tout sérénité. L'évaluation par les pairs au sein d'une revue est faite sur des protocoles avant de commencer la recherche [6]. Les chercheurs soumettent des protocoles aux revues pour une évaluation avec des pairs. Une décision est prise a priori d'accepter (ou de refuser) la recherche qui sera faite ensuite. Une décision dite IPA (*In Principle Acceptance*) garantit au chercheur de la publication ultérieure de ses résultats de recherche quels qu'il soient, sous réserve d'une relecture du manuscrit final pour s'assurer qu'il est conforme au protocole et sans erreurs ou langages insultants, confessionnels, discriminants, etc. Des articles, dont ceux de l'inventeur, Chris Chambers, décrivent ce changement de paradigme du *peer review*. Ce sont 300 revues qui acceptent déjà ce mode de fonctionnement en parallèle de l'évaluation classique. Il y a bientôt 1 000 articles publiés avec ce modèle et des auteurs français l'utilisent [7]. Une étude (image ci-contre) a montré que ce modèle d'évaluation sur protocole était très supérieur au modèle d'évaluation sur résultats [8]. La comparaison de 152 articles du modèle standard d'évaluation par les pairs avec 71 articles acceptés sur le protocole a montré que l'hypothèse initiale était supportée dans 96 % des cas (modèle standard) versus 44 % pour le modèle registered reports (Figure 1).

5. Le projet européen SOPs4RI : des procédures pour la promotion de l'intégrité

Cet énorme projet européen qui a duré 4 ans propose de nombreuses ressources sur le site dédié (<https://sops4ri.eu>). Ce sont trois domaines de la recherche qui ont été décrits avec 3 thèmes pour chacun et des propositions d'actions, d'outils [9]. Le domaine « support » a 3 thèmes (environnement de la recherche, tutorat (mentoring), formation à l'intégrité) ; le domaine « management et organisation de la recherche » a 3 thèmes (structures éthiques, protection des lanceurs d'alerte et des coupables, management des

données selon les principes de la science ouverte) ; le domaine « communication » a 3 thèmes (collaboration transparente avec industriels et équipes internationales, gestion des liens et conflits d'intérêts, publications en respectant les règles pour les auteurs et la clarté).

De nombreuses initiatives proposent d'évaluer la recherche et les chercheurs sur des indicateurs de qualité et d'abandonner des indicateurs de quantité souvent manipulés. Ce qu'il faut faire pour améliorer la qualité de la recherche est connu. Nous attendons que nos collègues mettent en œuvre ces bons principes... Quelques pays, comme les Pays-Bas, sont en avance pour adopter une conduite responsable en recherche. C'est la conséquence de scandales médiatisés. Nous attendons un grand scandale en France pour nous mettre en marche, mais nous ne savons pas quand ce scandale viendra !

Hervé MAISONNEUVE

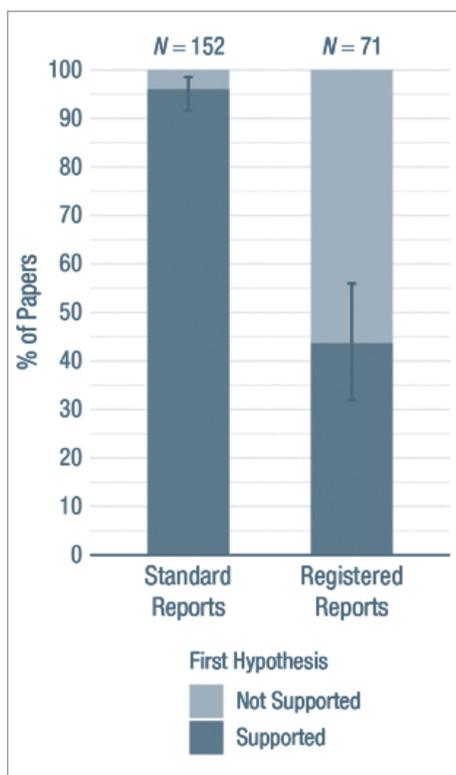


Figure 1 - Reprise d'une figure (libre de droits) d'une recherche originale ayant comparé les articles ayant suivi ou non le modèle Registered Reports qui renverse l'évaluation par les pairs qui est faite sur les méthodes, sans connaître les résultats [8]. Cela met en évidence les embellissements des chercheurs qui désirent publier un conte de fées qui plaira aux évaluateurs.

Références

[1] Appel de Paris sur l'évaluation de la recherche. Paris Open Science European Conference – OSEC 2022. Février 2022. <https://www.ouvrirlascience.fr/appele-de-paris-sur-levaluation-de-la-recherche/>

[2] Congrès annuel de l'American Society for Cell Biology. Déclaration de San Francisco sur l'évaluation de la recherche. Décembre 2012 <https://sf.dora.org/read/read-the-declaration-french/>

[3] Académie des Sciences. Du bon usage de la bibliométrie pour l'évaluation individuelle des chercheurs. Janvier 2011 <https://www.academie-sciences.fr/fr/Rapports-ouvrages-avis-et-recommandations-de-l-Academie-du-bon-usage-de-la-bibliometrie-pour-l-evaluation-individuelle-des-chercheurs.html>

[4] Moher D, Bouter L, Kleinert S, Glasziou P, Sham MH, et al. (2020) The Hong Kong Principles for assessing researchers: Fostering research integrity. PLOS Biology 18(7): e3000737. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000737>

[5] Finkel A. To move research from quantity to quality, go beyond good intentions. Nature 2019,556:297. <https://www.nature.com/articles/d41586-019-00613-z>

[6] Chambers CD, Tzavella L. The past, present and future of registered reports. Nature Human Behaviour 2022,6:29-42 <https://www.nature.com/articles/s41562-021-01193-7>

[7] Siebert M, Gaba J, Renault A, Laviolle B, Locher C, Moher D, Naudet F. Data-sharing and re-analysis for main studies assessed by the European Medicines agency – a cross-sectional study on European public assessment reports. BMC Medicine 2022; 20:177. <https://bmcmedicine.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12916-022-02377-2>

[8] Scheel AM, Schijen MRMJ, Lakens D. An excess of positive results: comparing the standard psychology literature with registered reports. Advances in methods and practices in psychological science. 2021; 4(2):1-17. <https://journals.sagepub.com/doi/epub/10.1177/25152459211007467>

[9] Mejlgaard N, Bouter LM, Gaskell G, et al. Research integrity: nine ways to move from talk to walk. Nature 2022;586:358-360. <https://www.nature.com/articles/d41586-020-02847-8>

Intégrité scientifique et open access

Par **Philippe BEAUFILS** (Versailles), ancien rédacteur en chef de la revue OTSR, membre de son comité d'éthique ; drphilippebeaufils@gmail.com

L'open access est né au début des années 1990 par la conjonction des progrès technologiques numériques permettant la diffusion large des données et la conviction de pionniers qui voyaient dans cette technologie la possibilité de s'affranchir de la contrainte des éditeurs. Parmi eux, Paul Ginsparg, un physicien de la Cornell University, qui créa à Los Alamos la première plateforme : *arXiv.org* (<https://arxiv.org>) et Stevan Hamad, un spécialiste des sciences cognitives qui créa à Southampton, *cogprints.org* (<https://web.archive.southampton.ac.uk/cogprints.org/>). Les objectifs de tous ces pionniers de l'open access étaient fondamentalement guidés par le principe de l'intégrité scientifique puisqu'il s'agissait de déposer des documents sur une plateforme libre d'accès pour :

- partager librement, rapidement et gratuitement l'information entre les pairs ;
- éviter les instances susceptibles, entre autres, d'introduire des biais d'ordre éthique : comité de rédaction souvent accusés de partialité, éditeurs et leurs impératifs économiques.

Il est intéressant de noter que ces motivations étaient en phase avec celles qui ont prévalu lors de la naissance et du développement, une décennie plus tard, des réseaux sociaux...

Pourquoi cette révolution ? Le système de référence des publications

Le système de référence des publications était (et reste encore en grande partie) un système dominé par les maisons d'édition. Dans ce système (Figure 1), l'article est soumis à un comité de rédaction, souvent lié à une société savante.

Ce comité de rédaction émet un avis, demande d'éventuelles modifications (c'est la fameuse revue par les pairs : *peer review*). Si l'article est accepté, il est confié à l'éditeur qui en assure l'impression et la diffusion dans un journal. Le payeur est le lecteur, le plus souvent par abonnement institutionnel

ou préférentiel lié à une société savante. Il faut souligner que c'est ce système qui a favorisé « la dictature » de l'*impact factor* (IF), puisqu'il lie la valeur d'un article à la renommée d'une revue. Tous les acteurs pouvaient donc y trouver leur compte : les auteurs, au travers de leur liste de travaux, les rédactions pour assurer une bonne visibilité de leur journal, les éditeurs avec un modèle économique favorable, et les instances académiques qui trouvaient là un moyen simple d'évaluer les travaux au travers du fameux IF. Ainsi, le « *publish or perish* » était-il favorisé.

D'un point de vue purement éthique, les principaux reproches étaient et restent encore :

- la suspicion de partialité des comités de rédaction ;
- la dictature de l'IF ;
- le dysfonctionnement du modèle économique.

La suspicion de partialité des comités de rédaction est largement exagérée : « *Rédacteurs et relecteurs font en général (mais pas toujours) un bon travail d'identification et de promotion des travaux scientifiques de qualité* » [1]. Certes, des exemples de collusion entre auteurs et comités de rédaction

pour favoriser des publications de qualité incertaine existent : on peut citer le triste exemple de cet article fameux sur l'effet de l'hydroxychloroquine et azithromycine dans le traitement du COVID-19 de l'équipe de D. Raoult publié dans *International Journal of Antimicrobial Agents* [2] dont un co-auteur de l'article était le rédacteur en chef de la revue ! Insuffisance méthodologique manifeste, mais immédiateté et gains majeurs de notoriété pour les auteurs et le journal (c'est l'un des articles sur le COVID les plus cités). R. Horton, rédacteur en chef du *Lancet*, déclarait déjà en 2000 : « *Nous savons que le système d'évaluation par les pairs est biaisé, injuste, non fiable, incomplet, facilement truqué, souvent insultant, souvent ignare, parfois bête et souvent erroné* » [3]. Ce risque (ou son contraire, le rejet d'articles de qualité) est minimisé par le développement de comités d'éthique au sein des rédactions et par le pluralisme de la presse scientifique qui permet à un article refusé dans une revue d'être le plus souvent publié dans une autre revue de qualité [4]. Pour paraphraser W. Churchill, et pour les tenants de ce système, « *la revue par les pairs est le procédé le pire à l'exception de tous les autres expérimentés dans l'histoire* ».

L'IF, et son corollaire le *publish or perish*, est un sujet majeur par le rôle que les instances académiques lui attribuent. L'IF étant lié au journal, et non à l'article lui-même, son utilisation comme indicateur de qualité induit un risque de « surpublication » et présuppose que tous les articles publiés dans ces journaux à fort IF sont d'une haute qualité ; ce qui n'est pas toujours démontré.

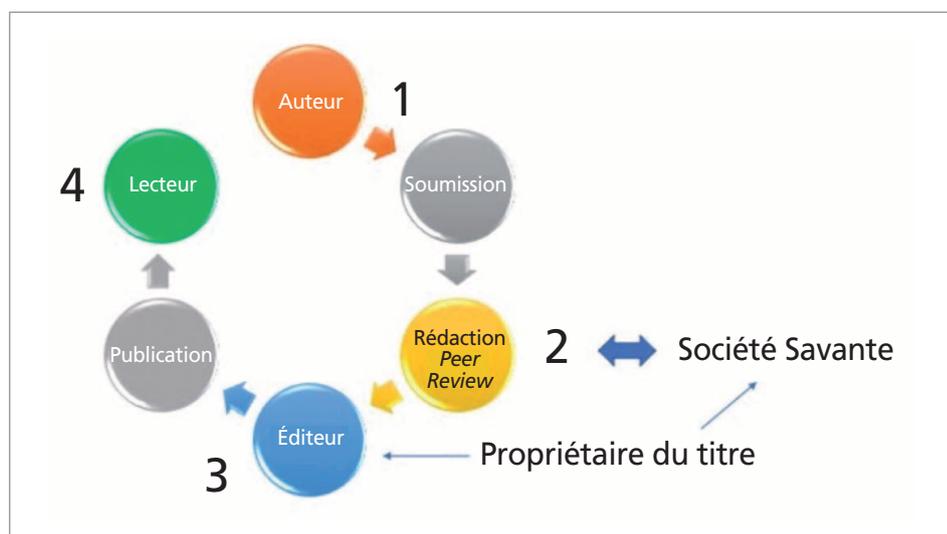


Figure 1 - Le système « classique » de soumission à une revue

Les distorsions économiques majeures favorisées par la concentration mondiale des maisons d'édition (*Elsevier ed., Springer Nature, Wiley Blackwell, etc.*) ont également une dimension éthique. Les auteurs, dans ce système, constituent une clientèle captive pour les journaux à haut facteur d'impact. Il en résulte une politique tarifaire d'abonnement très élevée assortie d'une marge bénéficiaire importante, ce qui a conduit dans les années 2010-2015 à un bras de fer avec de grandes universités ou instituts (le CNRS par exemple) ou avec des consortiums (tels *Couperin* qui regroupe 250 établissements ou institutions) pour diminuer très significativement les tarifs d'abonnement. La grande presse s'en est émue, *Libération*, en France, titrait par exemple en avril 2017 [5] : « Des éditeurs scientifiques trop gourmands » et concluait : « L'innovation technologique remet en cause le monopole de la diffusion du savoir et ce système où des chercheurs paient pour disposer d'un bien produit par eux-mêmes gratuitement ».

Le développement de l'open access

Il est évident que tous ces arguments et les péripéties médiatiques qui les ont entourés ont facilité le développement de l'open access. Et d'ailleurs, les Etats et institutions multinationales ont emboîté le pas pour favoriser cet accès. Citons, entre autres, l'Union européenne dans le cadre du document H 2020 [6], le plan national pour la science ouverte (2018) et surtout la loi du 7 octobre 2016 pour une République numérique [7] (voir encadré).

Les différents modèles d'open access

Sans entrer dans les détails, il existe deux grandes voies : le *green open access* et le *gold open access*.

Le green open access

C'est l'open access « pur et dur » (Figure 2). tel qu'il était envisagé par les pionniers. Une plateforme d'accès libre et gratuit sur laquelle l'auteur peut déposer un document quel qu'il soit, sans nécessaire revue par les pairs. L'auteur garde la propriété intellectuelle du document. La diffusion est immédiate auprès des lecteurs qui accèdent à la plateforme gratuitement.

Ces « archives ouvertes » sont institutionnelles (*HAL [Hyper Articles en Ligne]* pour la France par exemple <https://hal.archives-ouvertes.fr>), internationales (*Pubmed Central* aux USA <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/>, *OpenAIRE* en

Encadré
L'article 30 de la loi stipule...

« Lorsqu'un écrit scientifique issu d'une activité de recherche financée au moins pour moitié par des dotations de l'Etat, des collectivités territoriales ou des établissements publics, par des subventions d'agences de financement nationales ou par des fonds de l'Union européenne, est publié dans un périodique paraissant au moins une fois par an, son auteur dispose, même après avoir accordé des droits exclusifs à un éditeur, du droit de mettre à disposition gratuitement dans un format ouvert, par voie numérique, sous réserve

de l'accord des éventuels coauteurs, la version finale de son manuscrit acceptée pour publication, dès lors que l'éditeur met lui-même celle-ci gratuitement à disposition par voie numérique ou, à défaut, à l'expiration d'un délai courant à compter de la date de la première publication. Ce délai est au maximum de six mois pour une publication dans le domaine des sciences de la technique et de la médecine et de douze mois dans celui des sciences humaines et sociales ».



Figure 2 - Le Green Open Access

Europe (<https://www.openaire.eu>), ou liées à une discipline (ArXiv en physique, RePec en économie, medRxiv et bioRxiv en science de la santé <https://www.medrxiv.org> et <https://www.biorxiv.org>, etc.).

Que peut-on déposer sur une archive ? Tout type de documents : articles scientifiques, lettres, éditoriaux, fiches, données source.

Il faut souligner qu'un grand nombre de documents déposés sur ces archives sont déjà ou seront publiés dans des revues scientifiques « classiques ». Soit en tant que :

- **Preprint** : article non revu par les pairs qui est destiné à être soumis à une revue. L'objectif est ici de prendre date et gagner du temps dans la diffusion de l'information ; Attention, certaines revues n'acceptent pas d'évaluer les *preprints*.
- **Postprint** : article revu et accepté mais non mis en forme par l'éditeur.
- **Reprint** : article accepté par une revue et mis en forme par l'éditeur. Ce *reprint* est déposé sur l'archive après une éventuelle période d'embargo imposée par l'éditeur.

Quelle est l'utilisation en sciences de la santé de ces archives ouvertes ? La figure 3, issue du baromètre français de la science ouverte [8], indique des pourcentages importants dans le domaine de la santé.

La progression avec le temps, pour une année de publication donnée, est due au fait que les auteurs ou les éditeurs procèdent progressivement à leur dépôt en archive ouverte, en particulier lorsque les embargos imposés par les éditeurs ont expiré.

Enfin, les archives ouvertes dans le domaine de la santé sont très largement dominées par *Pubmed Central* et *HAL* (figure 4).

Le gold open access

C'est en fait une réponse des revues et des éditeurs aux plateformes gratuites face au risque d'effondrement du marché. L'objectif est de proposer aux auteurs, au sein d'une revue identifiée avec un éditeur identifié, la possibilité de publier en conservant la propriété de l'article. Dans ce système, l'auteur est le payeur (*article processing charge*, APC), avec pour conséquence la possibilité d'utiliser son article sur d'autres supports.

Trois grands modèles peuvent être définis (figure 5) :

- **revues full open access** : tous les articles soumis sont en *open access*. *Plos One* en

est le prototype (https://journals.plos.org/plosone/?roistat_visit=703204) ;

- **revues hybrides** : revues « conventionnelles » qui proposent, à côté du système classique, la possibilité de publier en *open access* ;
- **revues open archive** : tous les articles deviennent accessibles à tous à l'issue d'une période d'embargo.

Les revues *full open access* visent à accueillir des articles de tous horizons moyennant le paiement d'une APC. Il n'y a pas de revue par les pairs, tout au plus quelques règles générales doivent être respectées. Les pays asiatiques en sont les grands pourvoyeurs d'articles. Les articles médicaux sont peu nombreux. A côté des mégarevues *full open access* (*Plos One*, *Scientific Reports* <https://www.nature.com/srep/>, etc.) [9], ce système

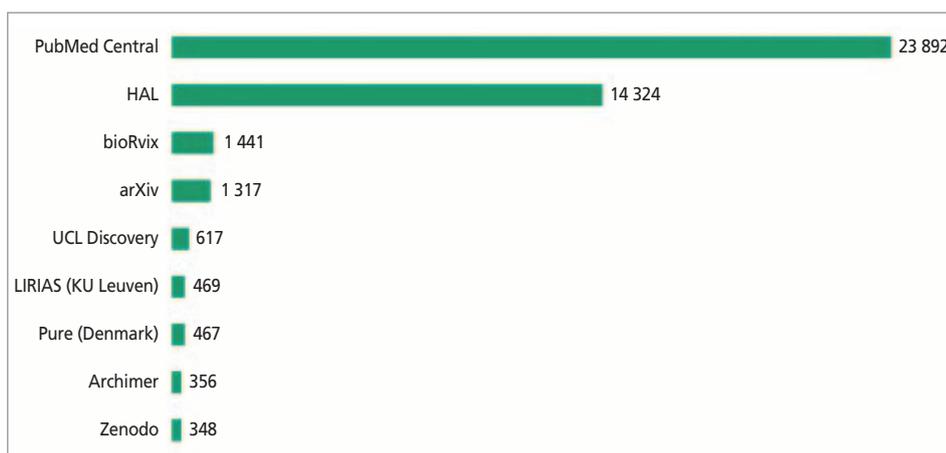


Figure 4 - Archives ouvertes les plus utilisées pour les publications françaises en santé (source HAL).

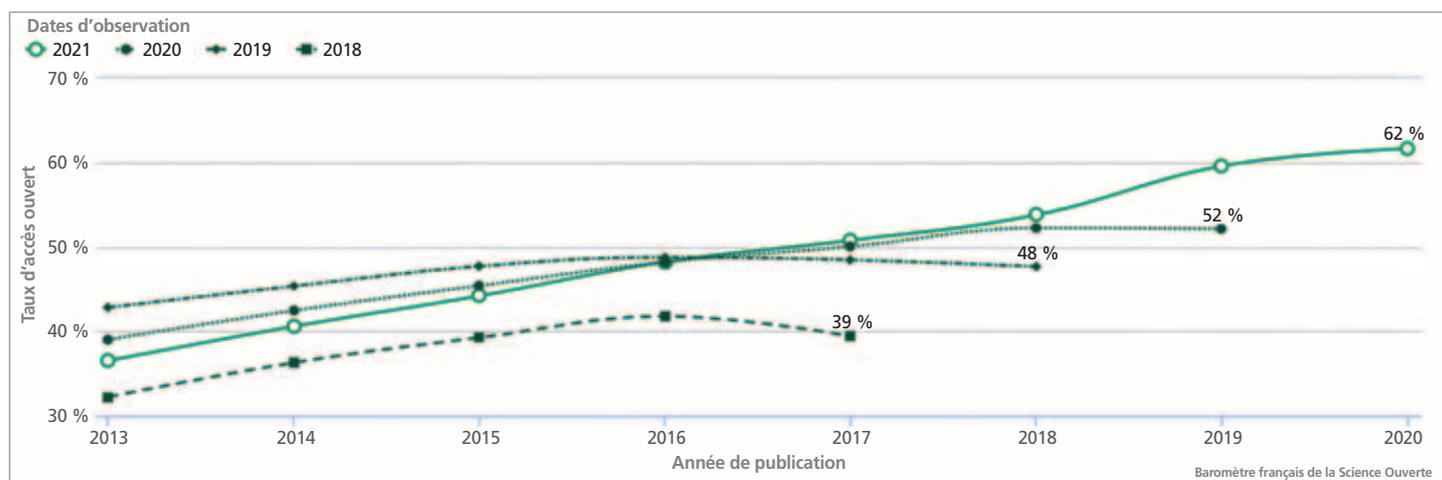


Figure 3 - Taux de publications scientifiques françaises hébergées sur une archive ouverte. Chaque courbe représente les taux constatés pour une date d'observation et chaque taux est exprimé en fonction du volume de publications parues dans l'année observée. Par exemple (courbe verte continue), en 2021 seules 36 % des publications de 2013 étaient en archive ouverte, alors que 62% des publications de 2020 l'étaient. Par ailleurs, et pour exemple, entre 2018 et 2021, le taux des publications parues en 2017 hébergées sur une archive ouverte est passé de 39% à 51 %.

a permis l'efflorescence d'un très grand nombre de revues dites prédatrices sans réel fondement scientifique (voir chapitre 11).

Intégrité scientifique et open access

Avoir une opinion tranchée sur ce qu'a pu apporter l'open access en matière d'intégrité ou de non-intégrité scientifique serait incongru. A l'image de nombreuses innovations dans le domaine du numérique, le meilleur peut côtoyer le pire. Au crédit de l'open access, quelles que soient ses modalités (green ou gold access), on pourra insister sur la facilitation de la diffusion, l'accessibilité au plus grand nombre, le maintien de la propriété intellectuelle pour l'auteur, l'interaction entre experts. La voie verte apporte en plus la gratuité du dépôt des documents et la rapidité de diffusion dans la communauté. Mais ces nouvelles organisations sont aussi à l'origine de distorsions éthiques : elles touchent davantage la voie verte, plus facilement exposée puisqu'exempte quasiment de tout contrôle, mais également les revues full open access dans lesquelles, comme il a été dit, le contrôle a priori est minimal (une sorte de Wikipedia de la science). La possibilité de dépôts de documents non revus par les pairs facilite la publication de travaux porteurs de méconduites, quelles qu'elles soient. La facilité de ces dépôts peut pousser également à des publications rapides, pour « prendre date », de travaux non encore aboutis [10]. L'argument souvent opposé du contrôle a posteriori par les lecteurs qui peuvent poster des commentaires, s'il est recevable en théorie, s'avère discutable en pratique pour deux raisons :

- d'une part cela suppose que les lecteurs soient experts du domaine pour pouvoir débusquer d'éventuelles biais ;
- d'autre part, le nombre de commentaires postés est très faible au regard de la production. Seulement 9 % des publications ont donné lieu à des commentaires sur medRxiv.

On pourra rétorquer que cette critique ne s'adresse évidemment pas aux postprints et reprints qui, par définition, ont fait l'objet d'une revue par les pairs et que beaucoup de documents déposés dans la voie verte sont des preprints, en attente de revue par les pairs et donc de « validation scientifique ». Mais il faut souligner que ces preprints :

- ne donnent pas toujours lieu à une soumission à une revue (14 % pour medRxiv !)
- Sont accessibles aux médias généraux et parfois repris dans la grande presse dans

un souci d'immédiateté alors même que le travail n'a pas été revu par les pairs, n'en déplaise au bandeau apparaissant sur la page d'accueil de medRxiv (figure 6) ; la pandémie COVID en a été un exemple flagrant.

Enfin, l'atteinte la plus forte à l'intégrité scientifique est évidemment liée au développement inquiétant des revues dites prédatrices (voir chapitre 11).

Disons simplement que se côtoient ici :

- l'escroquerie financière ;
- la possibilité de publier des articles sans fondement scientifique [11], voire à caractère complotiste. Des auteurs ont même soumis des articles « fantaisistes » publiés très rapidement pour démontrer que les acceptations étaient le fait d'algorithmes et non de décisions « humaines » [12].

Conclusion

La recherche médicale et son corollaire qu'est la publication de travaux scientifiques s'appuient sur un fondement éthique essentiel :

le partage de l'information pour assurer la meilleure diffusion possible et améliorer le soin. À cet égard, l'open access favorise ce partage mais, comme toute activité humaine, il peut se heurter à des distorsions éthiques. Ces atteintes à l'intégrité scientifique ne sont pas propres à l'open access. Mais la révolution numérique en a augmenté « mathématiquement » le risque du fait :

- de l'augmentation des publications ;
- de la demande d'immédiateté ;
- de l'absence de réglementation sur le web, ouvrant la voie à des pratiques frauduleuses ;
- de la médiatisation de notre activité ;
- et, enfin, de la complexité actuelle des systèmes proposés par rapport au système unique qui prévalait auparavant. Les auteurs et lecteurs peuvent se sentir légitimement perdus dans cette jungle : qui connaît par exemple les différences entre Pubmed Central, Pubmed, Medline et Web of Science en matière d'indexation ? Un article retrouvé sur Pubmed Central n'est pas nécessairement indexé !

Revues Full Open Access	Revues Hybrides	Revues Open Archive
<ul style="list-style-type: none"> • Pas d'abonnés • Peer-review ? • Les auteurs doivent payer des frais d'Open Access (Article Processing Charges / APC) – l'article est accessible à tous. 	<ul style="list-style-type: none"> • Abonnés • Peer-review • Les auteurs peuvent choisir de payer des frais d'OA pour rendre leur article accessible aux non-abonnés 	<ul style="list-style-type: none"> • Sur abonnement • Peer-review • Les articles publiés ne sont accessibles qu'aux abonnés • Les articles deviennent accessibles à tous à l'issue d'une période d'embargo définie • Pas de frais d'Open Access

Figure 5 - Les variantes du Gold Open Access

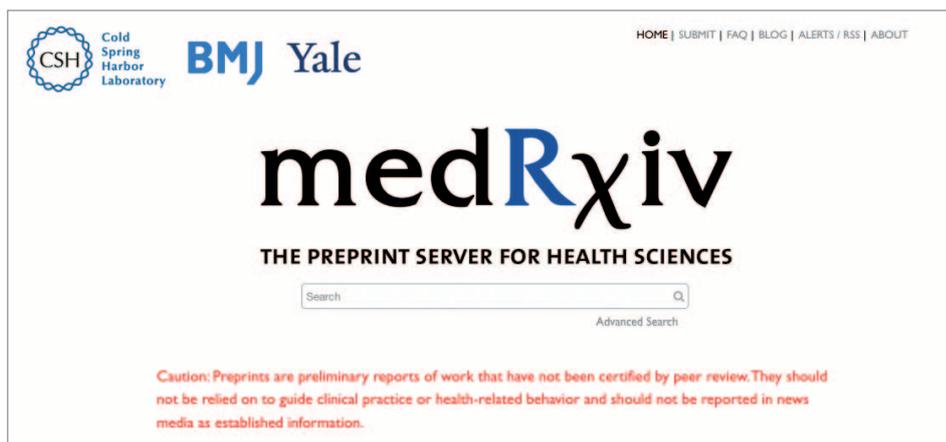


Figure 6 - Bandeau d'accueil de la plateforme medRxiv

C'est aux auteurs d'être particulièrement prudents dans le temps et l'espace : dans le temps, pour ne pas publier trop vite un travail non abouti, dans l'espace pour choisir une plateforme ou une revue reconnues.

Le système du *peer review* reste la référence pour les articles de qualité et c'est heureux ! Les passerelles vers l'*open access* (*preprints*, *reprints*, *gold open access*) sont autant d'opportunités pour augmenter la visibilité des travaux scientifiques.

Philippe BEAUFILS

Références

- [1] Siler K., Lee K., Bero L. *Measuring the effectiveness of scientific gate*. Proc Natl Acad Sci U S A. 2015;112:360-365.
 [2] Gautret P., Lagier J.C., Parola P. et al. Hy-

droxychloroquine and azithromycin as a treatment of COVID-19 : results of a open-label non-randomized clinical trial. Int J Antimicrob Agents 2020, 56(1):105940 doi : 10.1016/j.ijantimicag.2020.105949.

- [3] Horton R. « Genetically modified food: consternation, confusion, and crack-up ». MedJAust, 2000 172 (4): 148-9.
 [4] Reider B. Le Salon des Refusés. Am J Sports Med, 2016 ;44(12):3045-3047. doi: 10.1177/0363546516679128.
 [5] https://www.liberation.fr/debats/2017/12/11/des-editeurs-scientifiques-trop-gourmands_1615970/
 [6] <https://www.horizon2020.gouv.fr>
 [7] https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/article_jor/JORFARTI000033202841
 [8] <https://barometredelascienceouverte.esr.gouv.fr/sante/publications/archives?id=repositories.dynamique-hal>

[9] Wakeling S., Willett P., Creaser C., Fry J, Pinfield S., Spezi V. *Open-Access Mega-Journals: A Bibliometric Profile* ; PLoS One, 2016, 18.

- [10] Maisonneuve H., Plaud B., Caumes E., *Pandémie à SARS-CoV-2 : éthique et intégrité oubliées devant la précipitation pour publier*. Presse Med 2020, 1(6), 572-81 doi : 10.1016/j.lpmfor.2020.10.021.
 [11] Guerin V., Levy P., Thomas J.L. et al. *Azithromycin and Hydroxychloroquine accelerate recovery of outpatients with mild/moderate COVID-19* Asian J Med Health 2020 18(7): 45-55.
 [12] Oodendijk W., Rochoy M., Rugger V. et al. *SARS-Cov-2 was unexpectedly deadlier than push-scooters: could hydroxychloroquine be the unique solution ?* Asian J Med Health 2020 18(9): 14-21.

Revue prédatrice et intégrité scientifique

Par Henri MIGAUD^{1,2}, Julien DARTUS²

1- Comité de rédaction Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research, 56, rue Boissonnade, 75014 Paris, France

2- Université de Lille, Département de Chirurgie Orthopédique et de Traumatologie, CHRU de Lille hemigaud@nordnet.fr - juliendartus@gmail.com

L'émergence des revues prédatrices a profité du développement de l'*open access* au début des années 2000 (fondé sur le principe de l'auteur payeur ou *gold open access* et permettant à des pseudo-éditeurs peu scrupuleux de s'enrichir). La première alerte était venue des Etats-Unis en 2010 de Jeffrey Beall [1], documentaliste de Denver, qui avait créé une liste recensant les revues définies comme prédatrices ; liste retirée depuis 2017 sous la pression juridique (Beall's list of predatory journals: <https://beallslist.weebly.com> devenue <https://beallslist.net>). Ces revues n'ont eu de cesse de proliférer par la suite et ce malgré les alertes répétées de la communauté scientifique [2], finissant par corrompre l'*open access* dont l'essor est important depuis 2010. Le nombre de revues prédatrices est ainsi passé de 1 135 dans la liste princes de Beall en 2012, à plus de 15 000 de nos jours dans la « *Blacklist* » de

Cabell [3]. Le nombre de revues prédatrices dans le domaine de l'orthopédie est heureusement marginal car estimé à 224 en 2018 [4]. De même, les publications scientifiques Françaises dans ces revues représentent moins de 1% (0,55 %) des articles issus des membres de la SOFCOT au cours de la période 2008-2017 [5].

Même si elles ne constituent pas une menace en orthopédie-traumatologie, les revues prédatrices portent atteinte à l'intégrité scientifique et à la diffusion de données scientifiques de qualité. Elles sont définies comme des « entités privilégiant l'intérêt personnel au détriment de la connaissance et se caractérisent par des informations fausses ou trompeuses » [3]. Elles constituent ainsi, par définition, une entorse majeure à l'intégrité scientifique puisqu'elles sont une tromperie dans le processus de publication, soit par absence totale de *peer reviewing*, soit par

Chapitre 11

un *peer reviewing* incomplet ou obscur [4], soit en impliquant des *reviewers* qui ignorent le fait de travailler pour une revue prédatrice ou dont l'identité a été usurpée sans possibilité de rétractation d'un comité de rédaction fantôme [6]. La posture des auteurs vis-à-vis des revues prédatrices est variable :

- **naïveté** : volonté de soumettre en n'ayant pas connaissance de soumettre dans une revue prédatrice ;
- **connaissance de cause** : afin d'assouvir un besoin de publication rapide [5, 6] favorisé par les pré-requis du cursus hospitalo-universitaire ;
- **intérêt financier** : par l'obtention de subventions MERRI via le système SIGAPS.

Dans le premier cas, l'intégrité scientifique de l'auteur n'est pas en cause mais la publication dans de telles revues est une « *cause of concern* » pour beaucoup de conseils scientifiques. Il est donc indispensable pour un auteur, surtout les plus jeunes, de se prémunir de telles publications en consultant les listes de revues prédatrices (Beall : <https://beallslist.net>, Cabell : <https://www2.cabells.com>) en consultant les documents émis par le COPE (Committee on Publication Ethics) qui énumère les 16 signes devant mettre en alerte les auteurs, (https://publicationethics.org/files/cope_dd_a4_pred_publishing_nov19_screenaw.pdf), voire en prenant conseil auprès d'un documentaliste,

enfin auprès des sociétés savantes ou du CNU de chaque discipline.

En publiant dans une revue prédatrice, les auteurs doivent être conscients des points suivants :

- absence de rétractation possible (même en cas de distorsion sur la qualité du rendu des données publiées) ;
- absence de garantie sur l'archivage des données : risque de perte de leurs données même si le titre-résumé est indexé dans les bases de données ;
- risque de non-citation et de non-reconnaissance de leur travail : les conseils scientifiques et la conférence des doyens ont prohibé ces publications de même que la participation aux comités de rédaction « prédateurs » et recommandent de ne pas les considérer dans les titres et travaux.

Cependant, même s'ils ne sont pas référencés dans les bases de données reconnues comme *Medline*, les articles publiés dans des revues prédatrices (classées SIGAPS NC) peuvent donner lieu à des subventions MERRI (4 points pour le premier auteur) [5]. Une amélioration pourrait avoir lieu sur ce point en supprimant cette possibilité de gain financier.

Dans le deuxième cas, il s'agit d'une violation indiscutable de l'intégrité scientifique et les auteurs s'exposent à un discrédit à la suite de telles publications, surtout si elles sont répétées [7]. Certains CNU ont établi des listes de revues prédatrices potentielles [8] : ainsi, le CNU d'Orthopédie-Traumatologie (sous-section 50-02) devrait s'engager dans une telle démarche (<https://conseil-national-des-universites.fr/cnu/#/entite/entiteName/CNU-SANTE/idChild/37/idNode/2898-2916>). Cependant, la constitution d'une liste répertoriant les revues prédatrices est sujette à caution car le recensement de celles-ci est souvent incomplet et les mises à jour difficiles, ces revues étant trop nombreuses et évoluant très vite. On estime à ce jour qu'environ 17 % des articles scientifiques sont publiés dans des revues prédatrices [7].

La distinction entre les deux situations (auteur naïf versus publication délibérée dans des revues prédatrices) n'est pas simple pour les autorités scientifiques et universitaires : une enquête peut être menée mais il est difficile de prouver la bonne ou la mauvaise foi d'un auteur sauf s'il s'agit d'une publication unique (surtout s'il s'agit d'une revue dans la zone grise n'ayant pas tous les caractères d'une revue prédatrice) ou, au contraire, de

publications répétées dans des revues ouvertement prédatrices faisant suspecter que l'auteur pourrait agir ainsi par intérêt financier.

Il faut aussi considérer l'aspect éthique et moral car ces revues « délivrent de la science » sans réel contrôle pouvant exposer les patients à des erreurs allant jusqu'à mettre parfois leur vie en danger. En effet, il n'est pas rare que ces articles considérés comme de la « mauvaise science » soient utilisés dans des méta-analyses avec, à terme, des décisions de santé pouvant engager un pronostic fonctionnel voire vital : une analyse des études randomisées portant sur les douleurs lombaires a montré que 10 % des 275 essais inclus provenaient de revues prédatrices et cette fréquence augmentait dans le temps (> 12 % au-delà de 2010) et que les études provenant de ces journaux avaient des défauts multiples (pas de déclaration de conflits d'intérêts, pas d'enregistrement, pas de calcul de puissance, etc.) [9].

Un autre élément d'importance est financier car les revues prédatrices détournent des fonds à des fins mercantiles alors que le principe de l'intégrité scientifique est de partager les données scientifiques sans contrepartie financière. La publication et la diffusion de mauvaise science peut ainsi se faire par ce canal, sans réel contrôle, à moindre frais et de manière rapide.

Enfin, du point de vue du *reviewer*, il est toujours difficile d'être retiré d'une liste de *reviewers* associés à une revue prédatrice pour laquelle on a malencontreusement réalisé une analyse. La prudence est donc aussi de mise pour eux avant d'accepter d'analyser un article pour une revue « inconnue ». Les mêmes précautions que pour les auteurs doivent être prises par ceux-ci car les conseils d'université comme la conférence des doyens considèrent la participation à un comité de lecture d'une revue prédatrice comme une entorse majeure à l'intégrité scientifique. Ce phénomène est rare à partir des données de la base *Publons* (3,3 %) et concerne majoritairement les *reviewers* des pays en voie de développement (21,8 %) mais cela affecte aussi les *reviewers* nord-américains avec une fréquence de 2,1 % [10].

Afin de prévenir toute publication dans une revue prédatrice, quelques vérifications doivent donc être effectuées au préalable, à partir de certaines plateformes (plateforme *Think Check Submit* : <https://thinkchecksubmit.org/translations/french/>) et des informations des universités peuvent sécuriser les auteurs les moins expérimentés). De *La Blanchardière et al.* [7] proposent une checklist (penser-vérifier-soumettre) que tout aspirant à une publication doit respecter. Celle-ci est résumée dans le tableau 1.

A) Penser	<ul style="list-style-type: none"> • Checklist autour de la question « est-ce la meilleure revue pour publier votre travail » ?
B) Vérifier	<ul style="list-style-type: none"> • Avez-vous déjà lu ou accédé facilement à ses articles ? • L'éditeur est-il affiché sur le site et facile à contacter ? • Le processus d'évaluation par les pairs est-il expliqué ? • Les articles sont-ils indexés par des bases que vous utilisez ? • Les frais sont-ils détaillés ? • L'éditeur est-il membre du <i>Committee Publication Ethics</i> (COPE) ? • La revue, si elle est en libre accès, est-elle indexée par le <i>Directory of Open Access Journals</i> (DOAJ), l'éditeur adhère-t-il à <i>Open Access Scholarly Publishers' Association</i> (OASPA) ? • Pour les revues de pays du sud ou émergents, sont-elles hébergées par des plateformes, par exemple comme celles de l'INASP (<i>International Network for the Availability of Scientific Publications</i>) ?
C) Soumettre	<ul style="list-style-type: none"> • À condition d'avoir répondu « oui » à la plupart des questions posées et d'être sûr que l'article sera correctement identifiable, archivé et indexé.

Tableau 1 - Questions avant de soumettre un article (tiré de la plateforme « Think Check Submit » : <https://thinkchecksubmit.org/translations/french/>).

À noter, cependant, que même un éditeur en chef d'une revue, qui est supposé être chevronné, peut se faire piéger par une revue prédatrice, surtout pour un article dont la publication est difficile dans des revues légitimes (à la suite de refus multiples), la vigilance ne doit donc pas baisser quelles que soient les circonstances [11]. Les éléments du tableau 2 caractérisant les revues prédatrices doivent alerter tout auteur souhaitant diffuser son travail.

Ce n'est qu'en respectant scrupuleusement les trois phases « penser-vérifier-soumettre », que tout auteur pourra soumettre un article dans une revue de qualité, adhérant aux principes COPE-ICMJE (*International Committee of Medical Journal Editors*) et respectueuse des *guidelines* concernant les critères de publication. Les auteurs ayant publié dans une revue prédatrice, consciemment ou non, doivent savoir qu'ils portent atteinte à l'intégrité scientifique et s'exposent à des mesures disciplinaires de la part des autorités scientifiques s'il s'avère qu'il s'agit d'une pratique délibérée. Surtout, ils s'exposent à la perte de leurs données et publient dans un cadre éloigné de l'intégrité que suppose le travail scientifique. Récemment, le Conseil Européen par le biais du Code de conduite européen pour l'intégrité en recherche a

désigné comme « pratique inacceptable » le fait de « créer ou soutenir des revues qui sapent le contrôle de la qualité de la recherche » (<https://riojournal.com/article/68258/download/pdf/>). Ce point de vue commence à être relayé en France par le biais d'un rapport sénatorial (Intégrité et publications scientifiques, Rapport OPECST 2021, http://www.senat.fr/fileadmin/Fichiers/Images/opectst/quatre_pages/OPECST_2021_0012_synthese_rapport_integrite_scientifique.pdf).

Henri MIGAUD, Julien DARTUS

Liens d'intérêt

HM est rédacteur en chef Orthopaedics & Traumatology : Surgery & Research, et perçoit en dehors de ce travail des honoraires comme consultant pour Zimmer-Biomet, Corin, MSD et SERF. JD a reçu une bourse de la SOFCOT pour mobilité internationale et ne déclare pas de liens en dehors du cadre de ce travail.

Financements

Aucun financement n'a été reçu pour ce travail.

Contributions des auteurs

Julien Dartus et Henri Migaud ont contribué à part égale à la conception et la rédaction du travail.

Sollicitations électroniques (e-mail) fréquentes envers les chercheurs.	Faux <i>impact factor</i> , pas de référencement <i>Medline</i> ou <i>Web of science</i> .
Adresse mail de la revue non professionnelle (pas de site internet dédié et simple dépôt de l'article à une adresse mail).	Pas d'adhésion à COPE ou ICMJE (cette donnée doit être vérifiée sur les sites des revues).
Revue promettant une publication très rapide.	Aucune politique détaillée aux auteurs/co-auteurs pour se rétracter.
Pas de transparence sur le <i>peer-reviewing</i> (comité de rédaction dont on ne peut vérifier les adresses mails) ni d'adossement à une université ou une société scientifique.	Pas de transparence sur les frais de publication (APC : <i>Article Processing Charge</i>) souvent non détaillés ou alors très modestes en comparaison de certaines revues transparentes.

Tableau 2 - Éléments devant alerter un auteur sur une revue possiblement prédatrice.

Références

- [1] Beall J. Predatory publishers are corrupting open access. *Nature*. 2012;489(7415):179. doi: 10.1038/489179a.
- [2] Kakamad FH, Salih AM, Mohammed SH. Predatory journals: evolution keeps them under the radar. *Nature* 2020;580(7801):29. doi: 10.1038/d41586-020-00910-y.
- [3] Dobusch L, Heimstädt M, Mayer K, Ross-Hellauer T. Defining predatory journals: no peer review, no point. *Nature* 2020;580(7801):29. doi: 10.1038/d41586-020-00911-x.
- [4] Yan JR, Baldawi H, Lex JR, Simchovich G, Baisi LP, Bozzo A, Ghert M. Predatory Publishing in Orthopaedic Research. *J Bone Joint Surg Am* 2018;100(21):e138. doi: 10.2106/JBJS.17.01569.
- [5] Dartus J, Saab M, Martinot P, Putman S, Erivan R, Devos P. Rate of publication in predatory journals by orthopedic surgeons' members of the French orthopedic and traumatology society (SOFCOT): A follow-up note. *Orthop Traumatol Surg Res* 2020;106(8):1457-1461. doi: 10.1016/j.otsr.2020.03.042
- [6] Van Noorden R. Hundreds of scientists have peer-reviewed for predatory journals. *Nature*. 2020 Mar 11. doi: 10.1038/d41586-020-00709-x.
- [7] de La Blanchardière A, Barde F, Peiffer-Smadja N, Maisonneuve H. Predatory journals: A real threat for medical research. 2 Assess their consequences and initiate a response. *Rev Med Interne* 2021;42(6):427-433. doi: 10.1016/j.revmed.2021.03.327.
- [8] Riou B, Carli P, Charpentier S, de Le Coussaye JE, Dumas F, Gueugniaud PY et al. Operating Procedures of the National Council of Universities (CNU) of Emergency Medicine. *Ann Fr Med Urgence* 2018;8:1-6. doi.org/10.3166/afmu-2018-0007
- [9] Hayden JA, Ellis J, Ogilvie R, Boulos L, Stanojevic S. Meta-epidemiological study of publication integrity, and quality of conduct and reporting of randomized trials included in a systematic review of low back pain. *J Clin Epidemiol* 2021;134:65-78. doi: 10.1016/j.jclinepi.2021.01.020.
- [10] Severin A, Strinzel M, Egger M, Domingo M, Barros T. Characteristics of scholars who review for predatory and legitimate journals: linkage study of Cabells Scholarly Analytics and Publons data. *BMJ Open*. 2021;11(7):e050270. doi: 10.1136/bmjopen-2021-050270.
- [11] Migaud H, Clavert P. Comment publier un article original en orthopédie-traumatologie ? *Rev Chir Orthop* 2021;107 (Suppl 6):S11-S23. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877051721002616>.

Démarche médicale et esprit mathématique vont-ils bien ensemble ?

Par **Jean-Yves de la CAFFINIÈRE**

Evoquer les maths pétrifie encore de terreur tous ceux qui se sont qualifiés eux-mêmes de « nuls », alors qu'ils sont capables (dans la vie courante) de trouver une solution à un problème pratique complexe, d'inventer une nouvelle technique opératoire ou même d'ajouter une simple amélioration à un paradigme opératoire avéré. Ceux-là, tels monsieur Jourdin, possèdent sans le savoir « la bosse des mathématiques ». Peut-être même que leurs études secondaires fut un chemin de croix, se réfugiant par dépit dans un « par cœur » d'axiomes et de théorèmes sans savoir qu'il y avait un moyen de sortir de cette sous-estimation de soi. De fait, à ce moment, il fallait atteindre le graal même au prix d'une grande souffrance : passer le baccalauréat et, plus ardu encore, atteindre la troisième année des études de médecine. C'est pourtant durant ces premières années qu'on a appris l'utilité du filtre statistique pour que soit validé le résultat d'une recherche clinique.

À l'occasion de la pandémie au COVID-19, le grand public a découvert qu'avec le calcul de probabilité on pouvait déterminer la sensibilité et la spécificité d'un test appliqué à l'épidémiologie, et même que la modélisation des données chiffrées permettait de prévoir le seuil de saturation des services hospitaliers.

Ici, le propos est tout autre. Il vise à montrer que, contrairement aux apparences, la démarche intellectuelle du médecin présente quelques similitudes avec celle réputée exclusivement abstraite du mathématicien.

Géométrie et examen clinique

Pour le mathématicien, la base lexicale tient en une série de symboles. Pour nous, c'est l'anatomie. « *Quand une droite tombant sur 2 droites font les angles intérieurs du même côté, plus petits que 2 droits, ces 2 droites prolongées à l'infini, se rencontreront du côté où les angles sont plus petits que 2 droits* », vous avez reconnu le célèbre 5^e postulat d'Euclide (300 av. J.-C.), (Figure 1). Mais avez-vous remarqué qu'en lisant cet axiome, vous venez de le transcrire en pensée par son image ? Et que refaisant l'expérience



Figure 1 - Euclide

en croisant la même droite perpendiculairement à ces 2 droites parallèles, vous voyez que celles-ci ne se croiseront pas à l'infini (tout au moins si elles restent dans un même plan). Vous voyez la scène comme si vous y étiez. Quand on fait de la géométrie en 2 dimensions (dans un seul plan), un point est déterminé par ses 2 coordonnées x et y (abscisse et ordonnée). En 3 dimensions on ajoute le paramètre de la profondeur, c'est ce que nous restitue l'image 3D de la reconstruction par IRM. Lorsque, par exemple, nous examinons le pratiquant d'un sport de contact victime d'un traumatisme en torsion d'un genou, nous effectuons le test de Lachman. S'il est positif, nous voyons au cours de son déroulement le ressaut du condyle fémoral externe sur la convexité du plateau tibial externe et même, sans avoir besoin de l'image IRM, nous voyons très bien le ligament et sa rupture. Au moyen des seules connaissances anatomiques jointes au test clinique, il a suffi, par cette expérience de pensée, de voir la lésion telle que l'IRM nous la confirmera. Nous venons de procéder exactement comme un mathématicien qui, à partir d'un autre lexique que l'anatomie et face à un problème à résoudre, objectivera la solution en joignant formule et image par le seul moyen de la restitution visuelle abstraite de la réalité.

Mis à part que, le mathématicien va beaucoup plus loin que nous, il est capable de faire la même chose mais en ajoutant plusieurs autres dimensions : x_1, x_{10} ...qu'il recomposera également en visuel mental tel, par exemple, un tétraèdre composé de 4 triangles isocèles, jusqu'à une construction complexe pouvant comporter plusieurs centaines de faces. On oublie que voir est une interprétation de la chose vue par le cerveau. Si on réduit la vision au seul rôle des cônes et bâtonnets de la rétine, on se trompe lourdement. La vision est assurée par une image transportée de l'œil au cerveau par le nerf optique. C'est dans la partie occipitale qu'est reconfigurée l'image vue par l'œil. Un daltonien privé d'un des 3 cônes chargés de capter une des couleurs de base verra les objets selon une palette de couleurs différente parce que son cerveau est obligé d'effectuer une reconstruction avec une couleur manquante. A l'opposé, certains mathématiciens sont capables (sans cône ni bâtonnet de plus) de transcrire une formule ou une construction géométrique complexe parce qu'ils voient par la pensée ce qu'une personne normale ne voit pas. Ces mathématiciens dits de génie sont l'inverse des daltoniens ; leur cerveau dispose d'un dispositif supplémentaire qui leur permet de voir par la pensée à la dimension X_n , bien au-delà des dimensions X_2 ou X_3 que nous ne parvenons pas à dépasser.

C'est ainsi qu'est née la physique quantique au début du XX^e siècle, grâce à la mutualisation collective de physiciens célèbres qui se réunissaient régulièrement à Vienne, à Copenhague ou à Berlin. Ils avaient chacun ce quelque chose de plus dans le cerveau qui leur permettait de non seulement voir les particules en mouvement, mais en plus comparait entre eux leur interprétation individuelle.

Algorithmes et raisonnement médical

L'une des grandes vertus du langage numérique est son intérêt pédagogique. Il aide à comprendre comment fonctionne notre cerveau, comment nous procédons dans la

démarche médicale. Un algorithme est un mode de pensée qui procède par élimination. Une application darwiniste de la construction abstraite, réactivée par la révolution numérique grâce au support des microprocesseurs de nos ordinateurs. En fait, la voie nous a déjà été tracée par Socrate et Descartes. Socrate par sa méthode dite de la maïeutique, application d'un terme issu de la pratique de son accoucheuse de mère. Cela consistait, dans un dialogue rapporté par Platon, à pousser un interlocuteur à découvrir par lui-même ses propres contradictions, ce qui le menait mécaniquement à reconnaître sa propre erreur de raisonnement. Descartes ! comment oublier qu'enfant il a été assigné à un enseignement scolastique (consistant à apprendre par cœur) un savoir supposé avéré dont il avait gardé un mauvais souvenir. D'où, en 1637, son « Discours de la méthode », mode d'emploi visant à démonter un problème complexe en fragments que l'on soumet un à un à l'épreuve du doute et à la contradiction pour finir par un résultat qui ne défie plus le bon sens. Que faisons-nous face à une situation médicale complexe ? Une fois les faits dûment exposés et triés, notre cerveau se met en marche pour croiser tous les paramètres à une vitesse proportionnelle à notre expérience. Notre pensée mélange les paramètres en cause, les croise un par un puis deux par deux ou même trois par trois. Chaque option affronte le bon sens, l'état de l'art et l'expérience, ce qui finit par aboutir à la meilleure solution possible. Les informaticiens nomment cet épilogue d'arrêt sur option. C'est en effet ce qu'effectue mécaniquement la machine munie de microprocesseurs. L'origine du concept est due à 2 mathématiciens : George Boole (1815-1864) (Figure 2) à l'origine de l'équation : $X^2 = X$ vérifiée par 2 valeurs $X = 0$ et $X = 1$, soit le langage binaire, et Claude Shannon (1916-2001) (Figure 3) à la base d'une théorie de l'information qui traite à la fois de sa quantité et de sa qualité.

C'est lui qui est à l'origine de l'unité bit et de sa transcription arithmétique en langage binaire deux siècles après Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716) (Figure 4), qui l'avait imaginée et même présentée

à l'Académie Royale des sciences de Paris en 1703 (Figure 5). Ce sont ces mathématiciens (entre autres) qui nous ont transmis leur façon de procéder.

Toutefois, force est de rappeler que si la machine numérisée est capable, et à une vitesse fulgurante, de simuler le fonctionnement de notre pensée, elle est

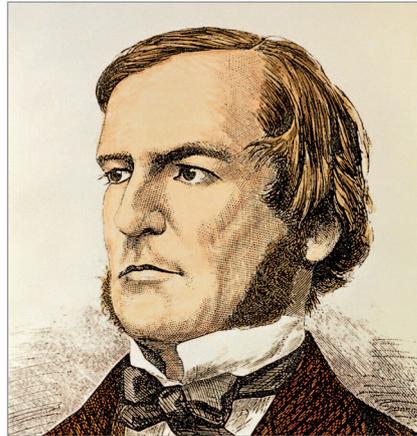


Figure 2 - George Boole

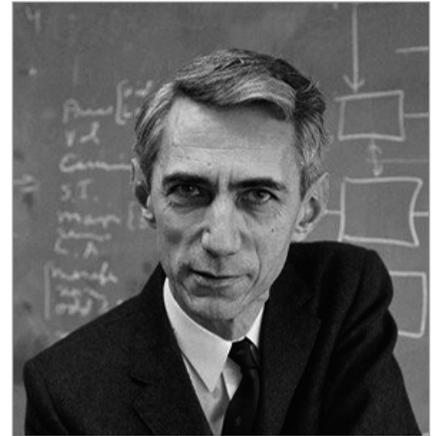


Figure 3 - Claude Shannon



Figure 3 - Gottfried Wilhelm Leibniz

TABLE 86 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE DES NOMBRES.

bres entiers au-dessous du double du plus haut degré. Car icy, c'est comme si on disoit, par exemple, que 111 ou 7 est la somme de quatre, de deux & d'un. Et que 1101 ou 13 est la somme de huit, quatre & un. Cette propriété sert aux Essayeurs pour peser toutes fortes de masses avec peu de poids, & pourroit servir dans les monnoyes pour donner plusieurs valeurs avec peu de pieces.

Cette expression des Nombres étant établie, sert à faire tres-facilement toutes fortes d'operations.

Pour l'Addition par exemple.

110	6	101	5	1110	14
111	7	1011	11	10001	17
1101	13	10000	16	11111	31

Pour la Soustraction.

1101	13	10000	16	11111	31
111	7	1011	11	10001	17
110	6	101	5	1110	14

Pour la Multiplication.

11	3	101	5	101	5
11	3	11	3	101	5
11	3	101	5	101	5
1001	9	101	5	1010	10
		1111	15	11001	25

Pour la Division.

15	3	111	7
3	3	111	7
		11	3

Et toutes ces operations sont si aisées, qu'on n'a jamais besoin de rien essayer ni deviner, comme il faut faire dans la division ordinaire. On n'a point besoin non-plus de rien apprendre par cœur icy, comme il faut faire dans le calcul ordinaire, où il faut sçavoir, par exemple, que 6 & 7 pris ensemble font 13; & que 5 multiplié par 3 donne 15, suivant la Table d'une fois un est un, qu'on appelle Pythagorique. Mais icy tout cela se trouve & se prouve de source, comme l'on voit dans les exemples précédens sous les signes ⊕ & ⊙.

Figure 5 - Archive de Leibniz à l'Académie Royale des sciences de Paris

loin d'en posséder toutes les fonctions. Un algorithme n'est pas capable de restituer notre échange dialectique intime entre logique et intuition, ce *no man's land* invisible où se joue un allez-retour répété entre une option rationnelle, structurée, avérée et une option aventureuse et impréparée qui à la surprise du principal intéressé peut éclairer d'un jour nouveau sa recherche loyale de la solution adéquate. La machine n'est pas culturellement outillée pour s'imposer elle-même le fameux doute de Descartes. Lorsqu'elle a fourni une solution mécanique, elle ne prend pas l'initiative d'introduire un élément intuitif que notre hésitation peut nous suggérer au dernier moment. La machine est sous l'emprise des paramètres qui lui ont été imposés. Il m'est arrivé, après une réunion collective, de retourner seul au lit du futur opéré parce j'avais senti une dissonance entre mon intuition et la décision, et de radicalement changer l'indication opératoire parce qu'un détail propre à la vie du patient m'avait échappé. Ce que je viens de dire n'a pas étonné mes amis mathématiciens, ils ont exactement le même ressenti quand ils cherchent une sortie satisfaisante à leurs spéculations abstraites.

Conjecture et innovation

Une conjecture signifie un énoncé dont on a l'intuition de la validité mais dont on n'est pas encore parvenu à en faire la démonstration. Il se trouve que, dans une autre vie, il m'est arrivé d'inventer quelques techniques dans le champ de notre spécialité ou encore d'en améliorer d'autres. Et pourtant, je n'étais qu'un élève médiocre en mathématiques, j'en comprenais quelques bribes sans jamais entrer dans le cœur de son état d'esprit. Je le regrette maintenant. Je n'étais qu'un simple usager content de s'en débarrasser à bon compte en restant dans la moyenne. C'est en avançant dans ce métier, en m'interrogeant sur les raisons de cette propension à chercher ce qui n'allait pas dans une technique, et même pourquoi on s'obstinait à pratiquer un procédé dont les résultats n'étaient pas ceux espérés, que j'ai compris ce qu'était l'abstraction mathématique : une langue nouvelle qu'il suffit d'apprendre, et une fois assimilé le lexique de base, jongler avec les mots, faire des phrases en les combinant. Elles étaient souvent absurdes mais dans quelques rares cas il y avait un sens. Nous allons voir que la créativité en chirurgie orthopédique ressemble beaucoup à la créativité mathématique.

Quand on interrogeait Albert Einstein (1879-1955) (Figure 6) sur le mécanisme de sa pensée, il répondait avec sa malice légendaire qu'il n'avait rien qui le distinguait de quiconque. Et d'ailleurs (détail macabre), le médecin légiste qui vérifia le contenu de sa boîte crânienne ne trouva rien qui distinguait l'anatomie de son cerveau à celui d'un autre. Il faisait la confiance que le non moins célèbre Descartes avait écrit dans le *Discours de la méthode* 3 siècles auparavant : « ... Pour moi, je n'ai jamais présumé que mon esprit ne fût en rien plus parfait que ceux du commun... ». Interrogez un couronné de la prestigieuse médaille Fields, il vous répondra, avec une humilité désarmante, qu'il a souffert de difficultés durant ses études et, pire encore, qu'il a toujours du mal à comprendre certains ouvrages de mathématiques.

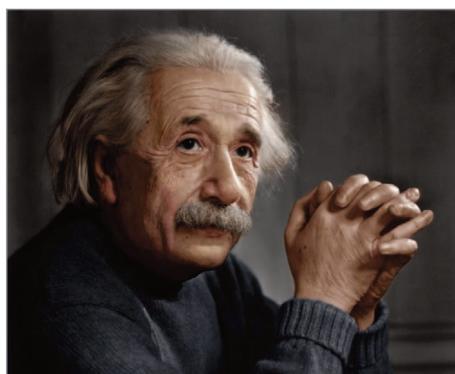


Figure 6 - Albert Einstein

Mais, son regard s'allume tout à coup d'une lumière incandescente, lorsqu'il révèle ne s'être passionné pour ce langage abstrait que lorsqu'il eut compris que son intuition prévalait sur la logique. De fait, une fois la signification des symboles comprise, une fois familiarisé avec le langage, tout tient dans la capacité à transcrire une formule en une image que seul voit le mathématicien. C'est ce que Einstein qualifiait « *l'expérience par la pensée* ». C'est Bill Thurston (1946-2012) (Figure 7), l'un des plus grands mathématiciens de ce siècle qui a le mieux expliqué ce mécanisme abstrait dans un article de 1994 : « ... quand je lis un article de recherche [...] je me concentre sur les pensées qui sont entre les lignes... ». C'est exactement ce que Blaise Pascal (inventeur, entre autres, du calcul infinitésimal) qualifiait d'esprit de finesse, dont il faut user nous-mêmes quand, au travers du récit confus d'un patient, il faut démêler l'essentiel de l'accessoire avant de prendre une décision qui pourrait lui nuire.



Figure 7 - Bill Thurston

Un esprit curieux est excité par le défaut de l'instrument que tout le monde utilise, chacun admettant son imperfection mais continuant à l'utiliser malgré ses insuffisances. C'est justement la rencontre avec ce défaut qui crève les yeux, une insatiable curiosité soutenue par une ténacité sans faille qui vont plonger notre homme dans l'insomnie jusqu'à la paix de la solution. Tout commence par cette obsédante conjecture : il y a une solution, il faut la trouver. Il y a un défaut précis, c'est contre-nature, il faut y pallier. L'expérience par la pensée, hors du laboratoire d'anatomie ou de mécanique est une manipulation intérieure mille fois répétée. Elle brasse des essais simulés où se croisent en pensée des situations en images pour, Ô miracle, s'arrêter sur l'option unique, la seule qui s'emboîte avec le réel. L'inventeur est comme un enfant de 2 ans qui avance dans l'apprentissage du parler en associant des mots à des images. Il se trompe souvent puis, petit à petit, finit par associer la bonne image au bon mot, et c'est ainsi qu'il avance dans sa langue maternelle. Tout inventeur se voit comme un Sisyphé, montant et descendant de la montagne avec sa charge sur le dos. Et pourtant, à force de chercher, sans que personne ne le voit, il tombe pile sur la réponse, la seule valable.

La solution vient le plus souvent de détails anodins, invisibles depuis des générations. En voici un exemple personnel : en 1983, j'ai publié dans notre revue (n°69, 649-651) une technique intitulée « épitrochléoplastie ». Elle visait à décompresser le nerf cubital sans le transposer ce qui, avec cette technique, le contraignait à emprunter un trajet sinueux avec des coudes (c'est le cas de le dire) outre une menace de compression par fibrose post-opératoire. L'alternative classique était la résection de l'épitrochlée, mais au risque de laisser le nerf au contact de la surface osseuse cruentée, elle-même source

de fibrose compressive. Il manquait un élément : comment séparer le nerf de la zone de résection sans utiliser une lame artificielle ? J'ai mis plusieurs semaines à imaginer toutes les solutions. Le miracle est arrivé une nuit, à force de me repasser en vision mentale tous les scénarii opératoires possibles, y compris les plus absurdes, l'évidence a fini par arriver : il fallait utiliser la lame épitrochléo-olécrânienne selon le scénario suivant : détacher une pastille osseuse de l'épitrochlée, conserver son implantation sur le bord interne de l'olécrâne, la passer sous le nerf sans modifier son trajet, et réimplanter la pastille osseuse sur la surface cruentée de la trochlée (Figure 8). La résolution de cette conjecture a mis en œuvre un mode de pensée typiquement mathématique. Il manquait le détail décisif. Pour le trouver il fallait sortir de la pensée rationnelle, la remplacer au moyen d'une approche mentale visuelle de la scène. Pour ce faire, je conseille de zoomer l'objet de l'étude : travailler en pensée sur une image minuscule ne facilite pas la tâche. Je ne connais pas de plaisir intellectuel plus subtil que de découvrir un beau matin la désarmante simplicité de la solution au regard de l'énoncé initial de la conjecture.

Voyez le visage radieux du petit enfant qui, après plusieurs essais infructueux, a enfin trouvé la jonction lexicale avec l'objet qu'il tient dans la main. C'est aussi, mais dans un domaine prestigieux, ce qu'a sans doute ressenti Grigori Perelman (Figure 9) lorsqu'en 2003 il résolut la célèbre conjecture algébrique émise en 1904 par Henri Poincaré (1864-1912) (Figure 10). À la différence de tous ceux qui avaient essayé avant lui sans succès (il y avait une somme d'argent très élevée à gagner), Perelman a abordé le défi par une approche mathématique totalement inhabituelle. Mais d'où vient donc cette aptitude de l'intelligence à extraire soudainement la bonne solution du tréfond de notre inconscient ? L'instinct obéit à un code génétique propre à la condition animale. La loi sur l'évolution des espèces nous a fait la démonstration que située (provisoirement) en bout de chaîne, nous en gardons quelques propriétés indélébiles. En revanche, l'intuition conjugue deux fonctions acquises : elle puise dans notre inconscient cognitif, base des données conquises depuis notre enfance, et, par la mutation constante de nos états d'âme dans la durée, nous changeons continuellement l'approche d'un objet ou d'un

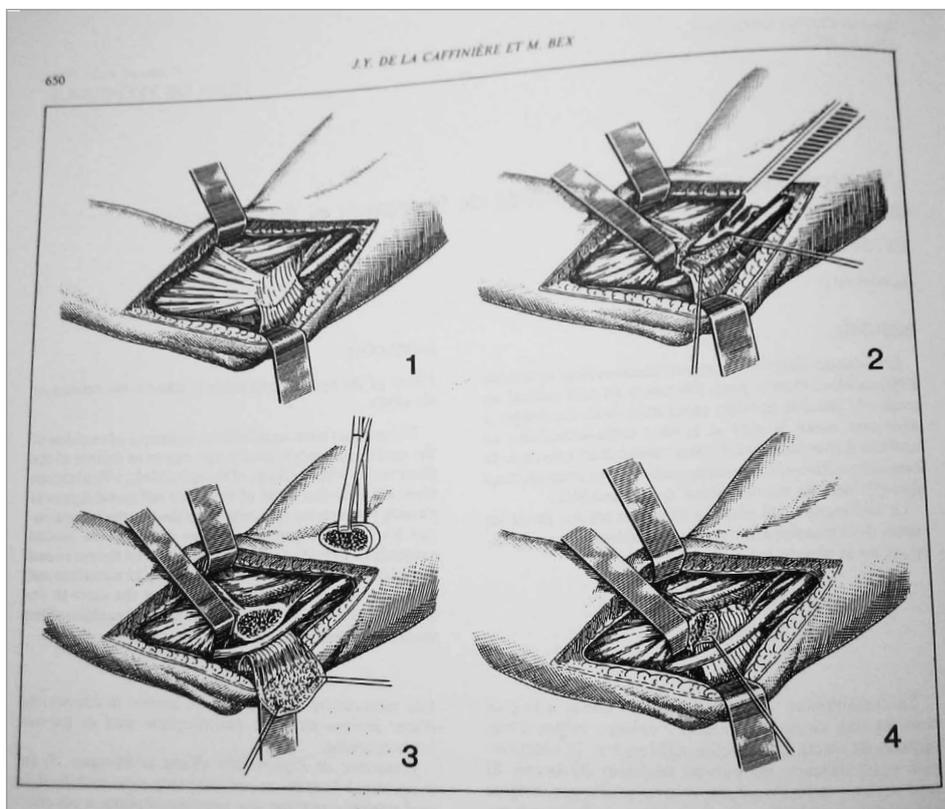


Figure 8 - La technique de l'épitrochléoplastie

sujet. Un moment je cherche une solution selon tel angle, un autre moment je l'aborde selon une autre perspective imprévue. Et c'est ainsi qu'en conjuguant conscience, mémoire, intuition et rationalité, mon cerveau finit par trouver la réponse à cette taraudante conjecture. Tel est le message laissé par celui qui a passé sa vie à explorer la généalogie de l'intelligence humaine : Henri Bergson (1859-1941) (Figure 11).



Figure 9 - Grigori Perelman



Figure 10 - Henri Poincaré

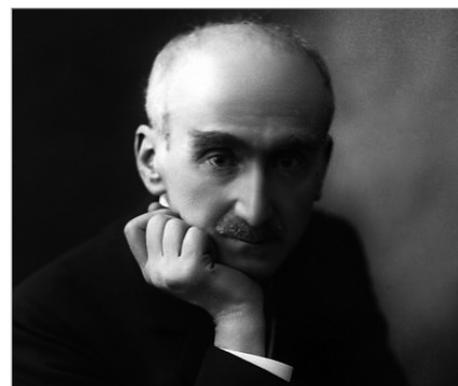


Figure 11 - Henri Bergson

De Schopenhauer à Einstein, il n'y a qu'un pas

La métaphore de la caverne utilisée par Platon nous faisait comprendre que la plupart des hommes ne voient la réalité qu'au travers d'une représentation qui n'est pas la réalité. Notre cerveau a en effet tendance à interpréter la vérité en fonction des connaissances supposées acquises et avérées qui nous aveuglent. Pire, la rationalité, la logique exercent sur notre cerveau une emprise dont nous avons beaucoup de mal à nous défaire même quand on s'aperçoit qu'il manque quelque chose dans une démarche quelconque. C'est justement notre intuition conjugée à un changement inopiné de perspective qui nous conduit à la lumière. Bergson et Einstein se sont rencontrés dans une séance publique à la Sorbonne le 6 avril 1922. Bergson a tenté de faire comprendre à son éminent collègue qu'au fond son principe de changement de perspective psychologique n'était pas si éloigné de l'esprit scientifique qui l'avait conduit à la relativité restreinte. Voulant ainsi faire le lien entre science et philosophie. Manifestement, selon les témoins présents, le courant n'est pas passé entre le mathématicien et le philosophe. L'égo est un handicap mutuel quand on est en représentation ! E. Kant, dont le principe de cause à effet a toujours obsédé la pensée de Schopenhauer, estimait que la connaissance de nos origines, que l'outil scientifique, que la recherche de la preuve, avaient ses limites, c'est ce qu'il qualifiait de « chose en soi », terme quelque peu abscons, qui n'est rien d'autre que la part de connaissance qui échapperait (d'après lui) à toute recherche humaine. La révolution philosophique quasi copernicienne de Schopenhauer est, au contraire, de démythifier cette frontière et d'offrir ce territoire laissé en friche à la volonté, à la vitalité, au désir irréprouvable de comprendre.

Conclusion

Démarche médicale et esprit mathématique vont en effet bien ensemble. Ils partagent cette extraordinaire fonction du cerveau humain à transcrire par la seule pensée un symbole en une réalité. Comme un ou deux signes cliniques suffisent à déclencher dans

notre cerveau une représentation visuelle abstraite d'un panel d'options pathologiques. Beaucoup de ma génération ont de bonnes raisons d'en vouloir à ces professeurs de mathématiques qui n'ont pas su exploiter l'intuition propre à nos jeunes années. Ils n'ont pas su utiliser notre plasticité mentale : mettre en relief notre capacité à transformer un symbole, un théorème, une formule d'algèbre en un hologramme de la réalité. Ils nous ont imposé un enseignement scolastique au lieu d'encourager le dialogue entre soi et soi-même où doute et erreurs sont les indispensables outils de notre progression. Et plutôt que d'inscrire nos fautes d'esprit au tableau de la honte et de l'humiliation, ils auraient dû au contraire les valoriser comme des expériences utiles qui finissent par conduire à la bonne solution. Ils ont exclu de leur méthode pédagogique l'extraordinaire fertilité du tâtonnement.

Comme en mathématiques, la démarche médicale implique évidemment de la rationalité, mais ce peut être une impasse si à défaut de comprendre on s'y cramponne sans laisser l'élan de son imagination libre de se déployer. Sommes-nous les seuls à vouloir exploiter tous les outils que la Nature a fournis à notre cerveau ? Médecins, mathématiciens et philosophes créateurs pratiquent ce double exercice : n'est-ce pas Platon lui-même qui avait fait inscrire au fronton de son académie : « *Que nul n'entre ici s'il n'est géomètre* » ? Et j'aurai l'audace d'ajouter vingt-trois siècles après le Maître : s'il n'est un esprit libre qui ne confond pas vérité et autorité. Ce qui signifie, notre capacité à développer notre intelligence nous-mêmes, notre indépendance et en conséquence notre confiance en nous-mêmes.

Jean-Yves de la CAFFINIÈRE

www.jean-yves-delacaffiniere.com



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

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

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

BOURSE MASTER

Une année de Master 2 : la découverte d'une grande collaboration entre cliniciens et biomécaniciens

Institut de Biomécanique Humaine Georges Charpak, Arts et Métiers, Paris

Novembre 2020 - Octobre 2021

Par **Virginie NGUYEN KHAC**, Paris, Boursière SOFCOT, session juillet 2020

Grâce au Pr Philippe WICART, chirurgien orthopédiste pédiatre à l'hôpital Necker Enfants-Malades et avec l'aide de la bourse Master de la SOFCOT, j'ai eu l'opportunité de réaliser, durant l'année universitaire 2020-2021, un Master 2 en biomécanique humaine (BME Paris, BioMedical Engineering Paris), spécialité biomécanique – filière sciences de la santé (Biomech/Health Science). Ce Master peut se réaliser de deux manières possibles : sur deux ans, en parallèle de l'internat, regroupant la première année des cours théoriques une fois par semaine dispensés par les enseignants de l'ENSAM (Ecole Nationale Supérieure des Arts et Métiers) puis, la seconde année, la réalisation d'un projet scientifique ; ou sur un an (en prenant une année de disponibilité) avec la réalisation de cours théoriques et d'un projet de recherche scientifique en parallèle.

Dès la fin de ma première année d'internat en chirurgie pédiatrique orthopédique à Paris, on m'a offert l'opportunité de réaliser une année de Master 2 au sein du laboratoire de Biomécanique Humaine Georges Charpak. Le projet proposé s'intégrait dans le cadre de la thèse d'une ingénieure (A. B-L ; 2018-2021), incluant chaque année un clinicien binôme en Master 2. Le sujet global portait sur l'analyse prospective et biomécanique de la marche et des déformations osseuses chez les patients atteints de rachitisme hypophosphatémique lié au chromosome X (XLH) et me faisait arriver pour la phase finale de la thèse, soit pour



la dernière année. Ceci m'a permis d'avoir deux ans pour préparer ce projet, ce qui me paraît être un temps convenable afin de monter le dossier demandé pour l'inscription en Master 2 et l'obtention d'une bourse. Effectivement, arrivant pour la dernière année de la thèse de l'ingénieure, ceci m'imposait de m'arrêter un an en disponibilité. J'ai ainsi postulé à deux bourses,

celle de l'année recherche et celle de la SOFCOT, et c'est grâce à l'obtention de cette dernière que j'ai pu réaliser cette année non rémunérée. La perspective de m'arrêter un an dans un internat déjà assez long (minimum 6 ans sans interruption pour disponibilité, grossesses, etc.) m'effrayait quelque peu initialement mais a finalement été sans aucun regret : ceci m'a permis de me focaliser sur une année autant scientifique (réalisation de DIU, publication d'articles, retour à de la théorie) que personnelle (horaires moins importants qu'une année en chirurgie, possibilité de passer un an auprès de mon fils en bas âge, etc.). Enfin, désireuse de poursuivre une carrière hospitalo-universitaire, la proposition d'effectuer un Master 2 si tôt dans mon internat s'est révélée être très motivante : bien que ce ne soit que la première étape du très long processus qu'est la voie universitaire, ceci permet dès le début de rester motivée et focalisée sur ses objectifs et ainsi de confirmer ses projets professionnels et son choix de carrière.

Une année en biomécanique humaine

C'est donc sous la direction des professeurs Wafa SKALLI et Philippe WICART que j'ai intégré ce projet qui impliquait autant de biomécaniciens de l'ENSAM (Pr SKALLI, Pr ROUCH, Pr LAPORTE, Mme PILLET, etc.) que de cliniciens de différents services pédiatriques (Pr LINGLART, service d'Endocrinologie et de Diabète pour enfants, hôpital le Kremlin Bicêtre, Pr ADAMSBAUM, service de Radiologie pédiatrique, hôpital le Kremlin Bicêtre, Pr WICART, service de

chirurgie pédiatrique orthopédique, hôpital Necker Enfants-Malades) et c'est devant cette grande collaboration cliniciens-ingénieurs que je me suis inscrite en Master 2 Biomécanique BME, à la fin de ma 3e année d'internat, pour une année que je décrirais selon deux axes : un axe théorique et un axe pratique.

Axe théorique

L'axe théorique concerne bien entendu les cours dispensés tout au long de l'année. Il est le premier à refléter la collaboration cliniciens-ingénieurs. L'année débute par un séminaire interdisciplinaire commun regroupant les 5 filières du Master 2 BME, visant à réunir cliniciens et ingénieurs afin de nous initier à la conception d'un projet de recherche en bio-ingénierie. Ce séminaire se déroule habituellement sur une semaine en pension complète, afin de favoriser la création de liens mais les conditions sanitaires de ces dernières années ont obligé à restreindre les contacts et à réaliser ce séminaire sur des journées complètes. Si le concept du séminaire est assez intéressant, il faut tout de même noter le décalage important entre des étudiants ingénieurs sortant à peine d'école et des cliniciens en cours d'internat voire diplômés ayant déjà une expérience professionnelle et non purement scolaire.

Des cours par filière sont ensuite dispensés une fois par semaine durant toute l'année, afin d'inculquer aux cliniciens les bases de la bio-ingénierie (et aux ingénieurs les bases de la physiopathologie), ayant pour objectifs futurs de nous permettre de pouvoir collaborer avec des biomécaniciens. Faisant partie de la filière bioMech-Health Science, mon groupe n'était composé que de cliniciens de différentes spécialités (internes/CCA de chirurgie orthopédique, maxillo-faciale, kinésithérapeute, dentiste, etc.) et de différentes régions (Paris, Lille, Caen, Liban, etc.) et nos enseignants étaient tous des biomécaniciens avec eux-mêmes diverses spécialités (éléments finis, résistance des matériaux, analyse de la marche, cinématique, etc.). Toutes ces nouvelles matières sont au début un véritable défi à intégrer, le contenu sortant totalement de la théorie que nous pouvons connaître. Au fil des mois, une cohésion se forme entre les différentes matières afin de nous permettre

de raisonner voire de résoudre des cas cliniques issus de la vie de tous les jours comme des fractures de matériaux orthopédiques. Plus qu'une vraie possibilité d'utilisation en routine clinique, ces cours théoriques ont permis d'entrevoir la profession de biomécanicien et les divers champs d'action possibles dans notre métier.

Même si la situation sanitaire n'a pas permis d'avoir des cours dispensés en présentiel, cela n'a pas empêché de créer une vraie relation de travail et d'entraide tout au long de l'année. Notre filière ne regroupant qu'un petit nombre de cliniciens, nous avons pu très rapidement apprendre à nous connaître les uns et les autres. Les derniers cours de l'année ont pu être réalisés en présentiel, ce qui a permis de concrétiser ce lien qui s'était formé tout au long de l'année. Outre les différentes spécialités et géolocalisations des membres de notre groupe, ce qui était intéressant étaient le parcours et les motivations de chacun pour la réalisation de ce Master 2 : parcours universitaire, désir d'apprentissage, curiosité, opportunité de vie... Concernant les relations que nous avons pu avoir avec les différents professeurs, celles-ci étaient très hétérogènes selon les intervenants : cordiales et scolaires ou dynamisantes et passionnées. La relation avec nos directeurs de stage était de nature variable et en ce qui me concerne ma principale interlocutrice était l'ingénieure en thèse avec laquelle j'étais en binôme. Si ceci m'a permis d'être autonome très rapidement, d'accélérer ma courbe d'apprentissage dans ce domaine, de pouvoir tester mes propres hypothèses

et réaliser mon planning comme je l'entendais, cela a pu s'avérer parfois difficile, stressant voire décourageant lorsque nous étions devant un problème que nous ne savions pas résoudre alors que nous n'avions pas d'interlocuteur.

Axe pratique : le projet scientifique

Le rachitisme hypophosphatémique lié au chromosome X (XLH) est une pathologie rare avec une incidence de 1/20 000 naissances. Elle est la conséquence d'une mutation du gène PHEX localisée sur le chromosome X et induisant un excès de production de l'hormone FGF-23. En réponse, l'absorption rénale de phosphates est diminuée et la production de la vitamine D active (calcitriol) à partir de la vitamine D native (25OHD) est insuffisante. Le diagnostic biologique de cette pathologie se fait chez l'enfant devant des phosphatases alcalines élevées, un taux de phosphore sanguin bas associé à un taux diminué de calcitriol (1,25OH2D). La description clinique prépondérante associe des anomalies osseuses (rachitisme et déformations des membres inférieurs), des anomalies des dents et une faiblesse musculaire [Figure 1].

Si des causes métaboliques ont été rapportées pour expliquer cette faiblesse musculaire, peu d'études se sont intéressées à la composition musculaire en elle-même dans cette pathologie. Or, une augmentation du tissu adipeux intermusculaire (IMAT, i.e entre les groupes musculaires) et intramusculaire (intraMAT, i.e dans et entre les fibres musculaires) [Figure 2a] est aujourd'hui connue pour jouer un rôle direct sur la

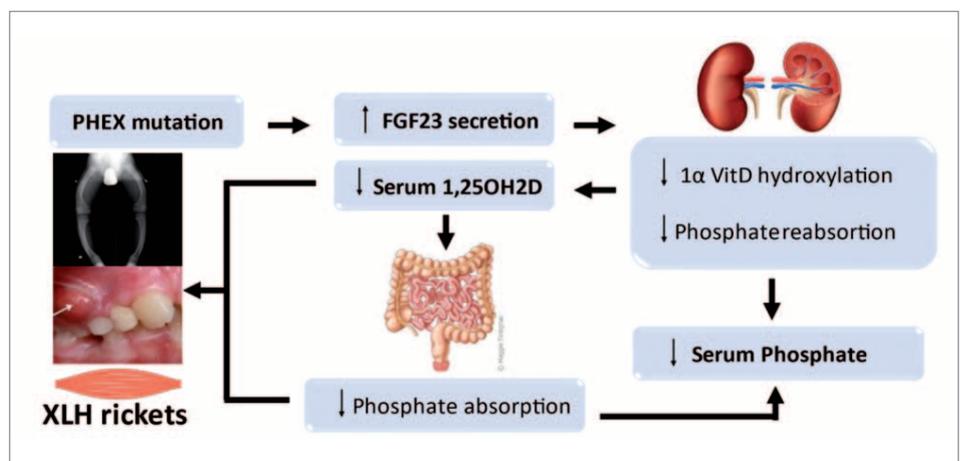


Figure 1. Physiopathologie du rachitisme XLH et ses conséquences cliniques.

faiblesse musculaire. Nous avons donc émis l'hypothèse que les tissus adipeux étaient plus élevés chez les enfants XLH, pouvant expliquer la faiblesse musculaire.

Afin de tester notre hypothèse, des IRM des membres inférieurs selon la séquence Dixon ont été réalisées chez des enfants XLH et chez des enfants contrôles. La séquence Dixon permet une séparation de la graisse et du muscle grâce au déplacement chimique différent des protons lipides et hydriques. On obtient donc pour une même image 4 contrastes différents, permettant un calcul du pourcentage graisseux intra-musculaire.

Un calcul de l'intraMAT et une estimation de l'IMAT ont été possibles grâce à un logiciel de l'ENSAM (MusclX®, Arts et Métiers, Paris). Ce logiciel permet une reconstruction 3D des différents groupes musculaires de la cuisse après contour manuel de tous les muscles sur chaque coupe IRM et du fascia profond à mi-cuisse [Figure 2b].

La possibilité de réaliser ces calculs montre une nouvelle fois les grandes occasions de collaboration cliniciens-ingénieurs offertes dans ce Master 2, alliant la programmation de logiciel, le codage et le calcul de données à la connaissance anatomique et clinique. Nous avons ainsi pu montrer ensemble qu'il existait bien une augmentation des tissus adipeux chez les enfants atteints de rachitisme XLH, permettant alors d'entrevoir de nouveaux aspects préventifs et thérapeutiques dans cette pathologie.

Conclusion

Cette année recherche m'a permis d'entrevoir de nouveaux domaines qui me paraissent indispensables pour la bonne compréhension de notre métier. Elle m'a également permis de découvrir les possibilités infinies de sujets potentiels en biomécanique, lorsque s'allient clinicien et ingénieur. Chaque intervenant permet d'apporter son point de vue et ses qualités, aboutissant à des projets non réalisables sans une grande collaboration.

D'un point de vue professionnel, même si j'ai très brièvement aperçu toute la complexité de la recherche en France (notamment les longues démarches administratives lors de recherches impliquant la personne

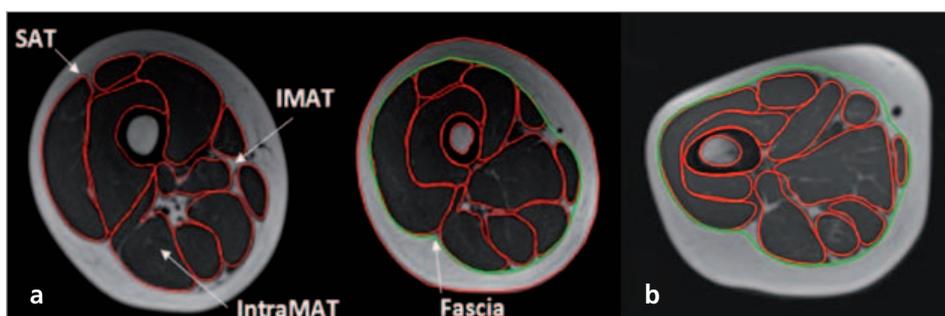


Figure 2. a. Répartition des tissus adipeux sous-cutanée (SAT), inter-musculaire (IMAT) et intra-musculaire (IntraMAT), avec délimitation entre le tissu adipeux sous-cutané et les tissus adipeux sous-fasciaux par le fascia profond (en vert) ; b. Calcul de l'intraMAT par contour manuel de chaque muscle sur toute la hauteur de la cuisse (en rouge) et estimation de l'IMAT par contour manuel du fascia profond à mi-cuisse (en vert).

humaine et les difficultés de communication au sein d'une équipe), j'ai surtout pu réfléchir sur une autre manière de penser, apprendre à résoudre des problèmes de manière autonome, à travailler avec d'autres, et concrétiser un vrai projet scientifique. Cette année a conforté mes ambitions hospitalo-universitaires et débouchera sur la réalisation d'une thèse de science afin de continuer à essayer de développer la recherche clinique via cette grande collaboration entre cliniciens et biomécaniciens.

Remerciements

Je voudrais remercier particulièrement le Pr Philippe WICART, qui m'a soutenue (voire poussée !) dans ce projet et qui me soutient encore dans bien d'autres. Je remercie également l'équipe du Pr LINGLART sans qui cette étude n'aurait pas été possible et l'équipe du Pr ADAMSBAUM, essentielle pour la réalisation de ce projet.

Un grand merci aux enseignants de l'ENSAM, le Pr Wafa SKALLI qui m'a encadrée durant ce Master 2 et tous les autres professeurs, notamment Aurore B-L, pour leur patience et leur partage de connaissances.

Je remercie également les différents membres de mon groupe BioMech Health pour leur aide, leur bonne humeur et leur soutien durant toute cette année.

Je remercie enfin la SOFCOT pour l'obtention de cette bourse, qui a permis que cette nouvelle collaboration ne soit que le commencement d'une grande aventure.

Virginie NGUYEN KHAC



De gauche à droite : Virginie Nguyen Khac (interne en chirurgie pédiatrique orthopédique, Paris), Valentino Caputo (interne en chirurgie ORL, Paris), An-Claire Bildstein (interne en chirurgie maxillo-faciale, Caen).

Références

- [1] Prospective analysis of muscle adiposity in children with X-linked hypophosphatemic rickets versus typically developing children, en cours de soumission au Journal of the Endocrine Society.
- [2] Infiltration graisseuse de la moelle osseuse et modification de la morphologie osseuse dans le rachitisme hypophosphatémique lié à l'X, en cours de soumission à OTSR.

BOURSE MOBILITÉ

Rapport de mobilité : University of Iowa Hospitals & Clinics, USA

Décembre 2020 - Mars 2022

Par **Matthieu LALEVÉE**, Rouen, Boursier SOFCOT, session juillet 2020
Centre Hospitalier Universitaire de Rouen, Département de Chirurgie Orthopédique ;
CETAPS EA3832, UFR Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives,
Université de Rouen Normandie.

1. Mon parcours

Ayant terminé mon internat au CHU de Rouen, m'orientant vers une carrière universitaire et présentant un intérêt croissant pour la chirurgie du pied et de la cheville, je me suis mis à la recherche d'un terrain de fellowship dans différents buts : valider ma mobilité universitaire, améliorer mes connaissances en chirurgie du pied et de la cheville, améliorer mon anglais et découvrir une culture et une société différentes.

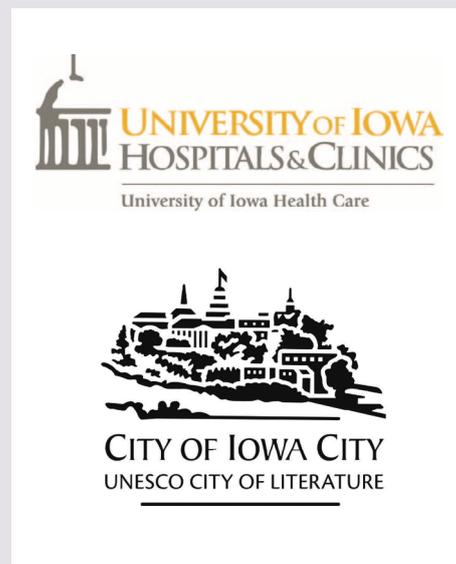
Un poste de fellowship en chirurgie du pied était disponible dans le département de chirurgie du pied et de la cheville de l'*University of Iowa Hospitals & Clinics* situé à Iowa City, sous la direction du Professeur Cesar de Cesar Netto. Ce département est mondialement renommé en chirurgie du pied et de la cheville, notamment pour des travaux de recherche qui ont largement contribué au développement de la spécialité.

Il est possible de présenter sa candidature via l'*European Foot and Ankle Society*. Après avoir postulé, après avoir effectué un entretien avec Cesar de Cesar Netto et après avoir traversé un parcours difficile pour obtenir mon visa du fait de la situation pandémique, j'ai pu débiter mon fellowship en décembre 2020.

2. Localisation

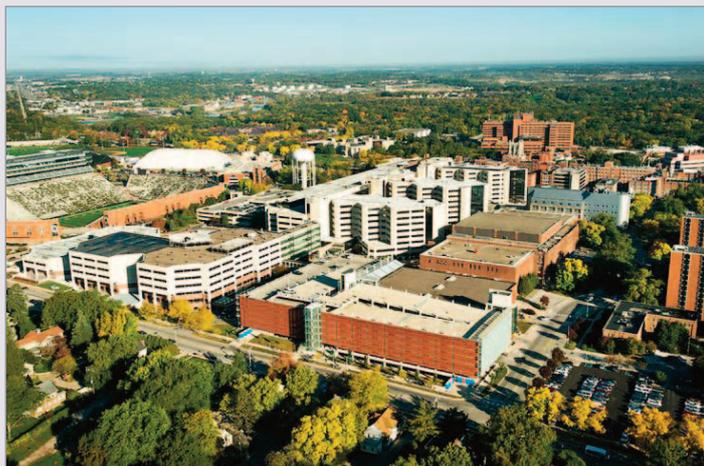
Iowa City est une « *College Town* » (ville universitaire construite autour de l'université) située dans l'état d'Iowa aux Etats-Unis. Elle compte 70 000 habitants et est renommée pour son université (30 000 étudiants), notamment sa faculté de médecine. L'*University of Iowa Hospitals & Clinics* est le seul hôpital universitaire de l'État d'Iowa et il est reconnu comme centre de référence pour de nombreuses spécialités médicales.

Iowa City a été également promue ville créative de littérature par l'UNESCO en 2008,



The Iowa Old Capitol Building

et l'équipe de football américain de l'université (Iowa Hawkeyes) fait partie des équipes les plus renommées du pays. Le stade de cette équipe, le Kinnick Stadium, est situé au sein de l'hôpital universitaire. La capacité de ce stade est supérieure à la population de la ville d'Iowa City. Cependant, la ferveur des américains pour ce sport est telle que tous les matchs se jouent à guichet fermé et que la ville tout entière vibre au rythme de la saison de football.



University of Iowa Hospitals and Clinics



Kinnick Stadium

3. Histoire du service de chirurgie orthopédique

Le département de chirurgie orthopédique a été développé par le Pr Arthur Steindler au début du XX^e siècle. Initialement unique chirurgien, pratiquant dans des blocs opératoires sommaires, il a développé un service d'orthopédie renommé, soignant environ 70 000 patients et formant environ 250 chirurgiens orthopédistes durant sa carrière.

Il a notamment formé le Pr Ignacio Ponseti qui grâce à ses travaux a considérablement amélioré le pronostic fonctionnel des pieds bots.

A la suite du Pr Ponseti, le Pr Charles Saltzman a largement développé l'unité de chirurgie du pied et de la cheville. Ce dernier a réalisé des publications majeures ayant marqué cette spécialité, donnant ainsi au département de chirurgie du pied et de la cheville une renommée internationale.

Le Pr Cesar de Cesar Netto a ensuite pris la tête du département. Ce chirurgien reconnu dans la spécialité a notamment fait de nombreux travaux dans la prise en charge des pieds plats et a dirigé une conférence de consensus sur cette pathologie en 2020 ayant abouti à une nouvelle classification faisant actuellement référence [1, 2].

4. Mes activités durant ma mobilité

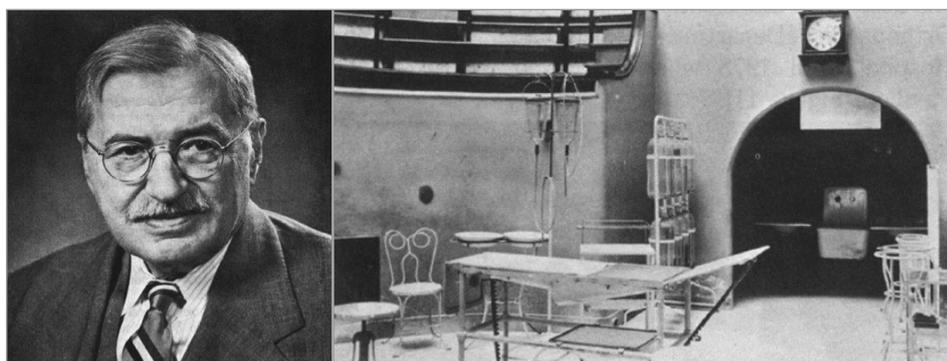
Ma position de « *Research and Clinical Fellow* » dans le service m'a permis d'avoir une activité assez variée globalement répartie en un tiers de bloc opératoire, un tiers d'activité de consultation et un tiers d'activité de recherche. Avant de pouvoir bénéficier de mon statut de « *Clinical Fellow* » et de pouvoir prendre en charge des patients, un long processus administratif pour obtenir une « *Special License* » a été nécessaire.

Une fois cette licence obtenue, j'effectuais en moyenne par semaine 1 jour de consultation, 2 jours au bloc opératoire et 2 jours étaient dédiés à la recherche.

5. Activité chirurgicale

J'ai pu, durant mon activité clinique (bloc opératoire et consultations), développer mes connaissances et mes compétences dans l'ensemble de la spécialité du pied et de la cheville.

Le Pr de Cesar Netto bénéficie notamment d'un recrutement international de pieds plats du fait de sa renommée dans ce domaine et réalise de nombreuses arthroplasties totales de cheville. Le diabète et le surpoids étant des pathologies fréquentes aux USA, de nombreux pieds de Charcot diabétiques ainsi que de nombreuses arthroses du médio-pied étaient pris en charge dans le service.



Arthur Steindler et son bloc opératoire au début du XX^e siècle.



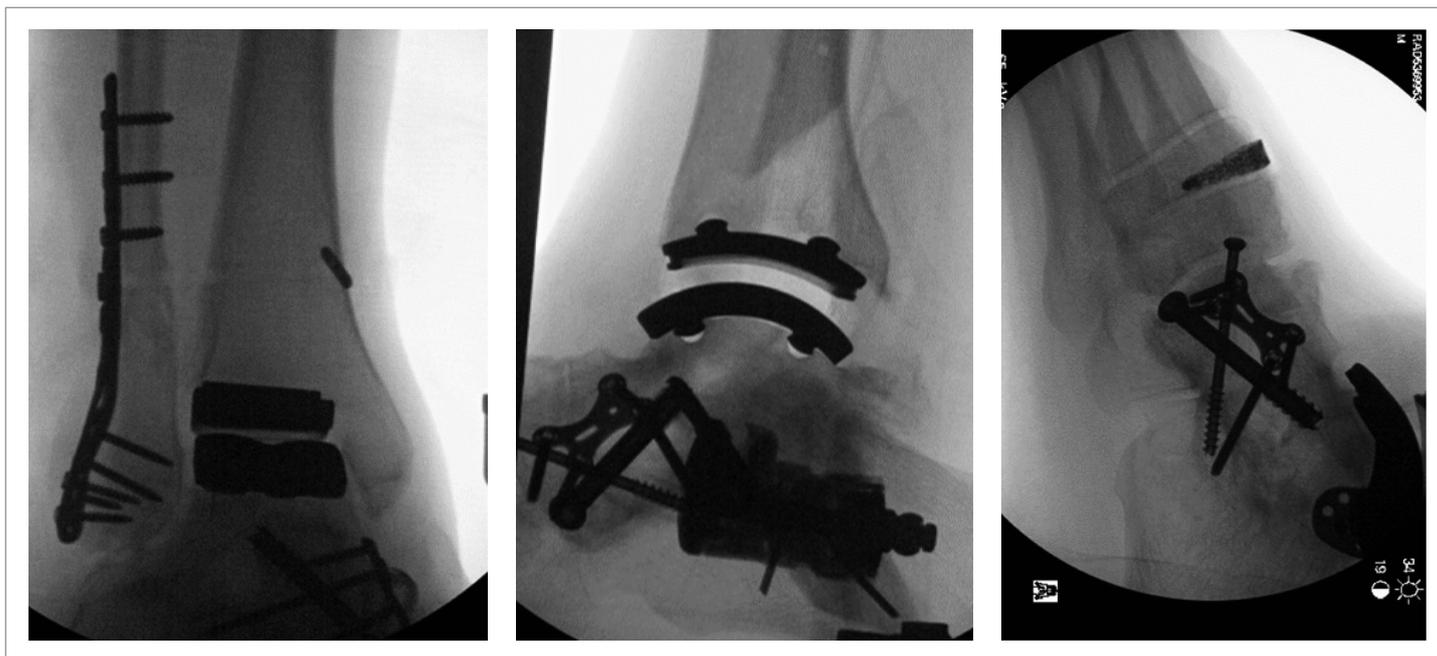
Ignacio Ponseti (à gauche), Staff avec les Prs Steindler et Ponseti (à droite).



Le Pr Cesar de Cesar Netto



Special License



Reprise chirurgicale d'un pied plat hypo-corrigé avec pseudarthrodèse talo-naviculaire et arthrose tibio-talienne secondaire par Cotton (ostéotomie d'ouverture dorsale du cunéiforme médial) + MDCO (ostéotomie calcanéenne de varisation) + cure de pseudarthrodèse talo-naviculaire + PTC.

Un neurologue de renommée internationale sur la maladie de Charcot Marie Tooth (Pr Michael Shy) exerçait dans le même hôpital universitaire, assurant également un large recrutement de pieds creux neurologiques.

6. Le laboratoire de recherche



Réalisation d'un scanner en charge de hanche dans le laboratoire OFIRL (Orthopedic Functional Imaging Research Laboratory).

De nombreux laboratoires de recherche sont dédiés au service d'orthopédie avec notamment un laboratoire d'histologie, d'analyse du mouvement, un laboratoire de recherche animale, un laboratoire de biomécanique.

Mon référent, le Pr Cesar de Cesar Netto est le directeur d'un de ces laboratoires : « The Orthopedic Functional Imaging Research Laboratory (OFIRL) », ce dernier bénéficiant notamment d'un ingénieur à plein temps et d'un scanner en charge remontant jusqu'à la hanche (qui était en 2020 le premier scanner en charge mondial de ce type) ainsi que de nombreux étudiants travaillant sur différents projets de recherche. Nous étions

également 5 fellows travaillant dans le département de chirurgie du pied et de la cheville (1 américain, 2 brésiliens, 1 coréen et moi-même).

7. Mes activités de recherche

À mon arrivée dans le département, j'ai initialement été chargé de réaliser plusieurs travaux sur les pieds plats intégrant des analyses par scanner en charge, notamment sur les impingements latéraux [3], et sur la nouvelle classification des pieds plats (*the Progressive Collapsing Foot Deformity Classification*), [4–6]. L'un de mes travaux a notamment évalué le rôle du muscle tibial postérieur dans les pieds plats [7]. En comparant



Modèle cadavérique simulant une mise en charge : reproduction des tensions tendineuses (à gauche), charge axiale et analyse dans le scanner en charge avec l'équipe de recherche (à droite).

un groupe de pieds plats présentant une rupture du tendon du tibial postérieur à un autre présentant un tendon intact, nous n'avons pas retrouvé de différence sur l'importance de la déformation tridimensionnelle, mettant en doute la place prépondérante qu'occupe ce muscle depuis des décennies dans cette pathologie.

Après avoir gagné la confiance du Pr de Cesar Netto avec ces recherches, j'ai pu m'investir dans d'autres projets plus personnels sur l'hallux valgus. J'avais réalisé ma thèse de médecine sur ce sujet [8] et j'ai pu poursuivre mes recherches en disposant des laboratoires de biomécanique, d'anatomie et d'imagerie. J'ai notamment travaillé en collaboration avec le Pr Saltzman en reprenant et poursuivant une étude biomécanique qu'il avait réalisée il y a 25 ans [9]. Pour cela, nous avons développé un modèle cadavérique permettant de simuler la mise en charge et ce travail a été publié dans le journal *Clinical Orthopaedics and Related Research* [10].

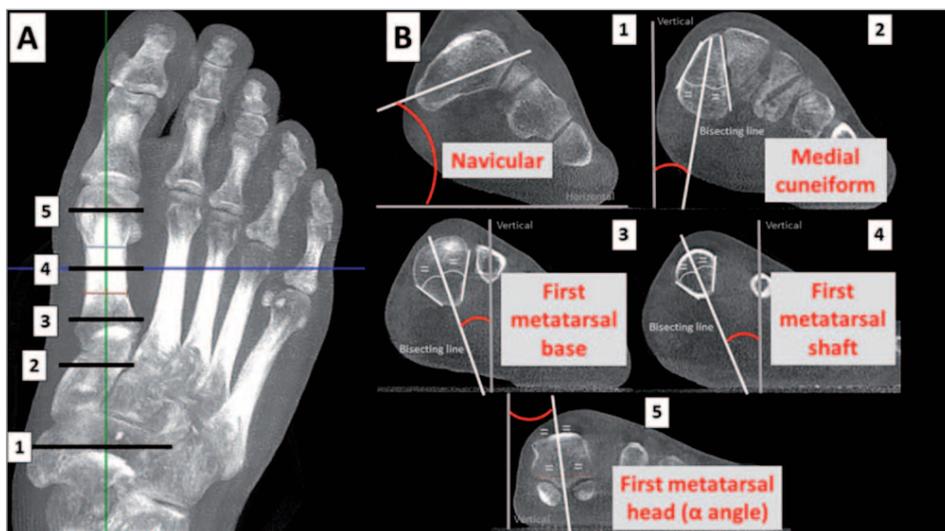
J'ai également réalisé plusieurs autres travaux sur la pronation du premier métatarsien et le *distal metatarsal articular angle* grâce aux scanner charge [11, 12].

J'ai également collaboré avec mes collègues sur d'autres travaux sur l'hallux rigidus [13, 14], les griffes d'orteils [15], les ostéotomies mini-invasives des rayons latéraux [16] et de nombreux projets sont encore en cours.

8. Mon PhD

Je réalise actuellement mon PhD sur l'instabilité latérale chronique de cheville. J'ai pu effectuer une revue systématique de la littérature sur le sujet avec le Directeur du laboratoire d'analyse du mouvement (le Pr Jason Wilken).

J'ai effectué une demande d'éthique (IRB, équivalent d'un CPP en France) et reçu la validation dernièrement pour analyser la vitesse angulaire en inversion lors d'un traumatisme simulé de cheville. Pour cela le Pr Wilken mettra à disposition son laboratoire d'analyse du mouvement, comprenant le système CAREN qui permettra au sujet de marcher en toute sécurité (suspendu par un harnais) sur un tapis roulant afin de prévenir tout risque de blessure. Je vais retourner courant septembre aux USA pour finaliser ce projet et réaliser ces analyses.



Analyse de la rotation dans le plan coronal des os de la colonne médiale.



Le Pr Jason Wilken présentant le système CAREN.

9. Conclusion

Au total, ce fut une expérience très enrichissante d'un point de vue personnel, familial et professionnel. J'ai pu publier une vingtaine d'articles scientifiques durant cette mobilité et réaliser une partie de mon PhD.

J'ai également communiqué ces travaux dans plusieurs congrès internationaux [au total une dizaine de communications à l'*American Orthopaedic Foot & Ankle Society* (AOFAS), l'*European Society for Foot and Ankle Surgery* (EFAS), l'*European Federation of National Associations of Orthopaedics and Traumatology* (EFORT) et également présenté de nombreux posters à l'*American*

Academy of Orthopaedic Surgeons (AAOS), à l'*Orthopaedic Research Society* (ORS), à la *Mid-America Orthopaedic Association* (MAOA), ainsi qu'à l'AOFAS, l'EFAS et l'EFORT.

Deux des projets que nous avons réalisés avec le laboratoire ont été valorisés par des Awards :

- *Orthopaedic Research Society, Annual Meeting 2022: New Investigator Recognition Award. Three-dimensional Distance Maps Of Ankle And Syndesmotic Joints From Weightbearing Ct In Progressive Collapsing Foot Deformity: A Retrospective Case-control Study.*

- Mid-America Orthopaedic Association, Annual Meeting 2022: Poster Award. Does Distal Metatarsal Articular Angle Reflect a Real Joint Deformity in Hallux Valgus? A Case Control Study.

10. Remerciements

Je remercie sincèrement la SOFCOT pour son soutien financier sans lequel ce type de mobilité serait impossible à réaliser, le Professeur Cesar de Cesar Netto pour son accueil et son enseignement durant ce fellowship, ainsi que le Professeur Dujardin qui m'a poussé à réaliser cette mobilité et a encadré ma formation chirurgicale.

Matthieu LALEVÉE

Références

- [1] Myerson MS, Thordarson DB, Johnson JE, Hintermann B, Sangeorzan BJ, Deland JT, et al. Classification and Nomenclature: Progressive Collapsing Foot Deformity. *Foot Ankle Int.* oct 2020;41(10):1271-6.
- [2] de Cesar Netto C, Deland JT, Ellis SJ. Guest Editorial: Expert Consensus on Adult-Acquired Flatfoot Deformity. *Foot Ankle Int.* 1 oct 2020;41(10):1269-71.
- [3] Lalevée M, Barbachan Mansur NS, Rojas EO, Lee HY, Ahrenholz SJ, Dibbern KN, et al. Prevalence and pattern of lateral impingements in the progressive collapsing foot deformity. *Arch Orthop Trauma Surg* [Internet]. 2 juill 2021 [cité 4 août 2021]; Disponible sur: <https://link.springer.com/10.1007/s00402-021-04015-7>
- [4] Lalevée M, Barbachan Mansur NS, Lee HY, Ehret A, Tazegul T, de Carvalho KAM, et al. A comparison between the Bluman et al. and the progressive collapsing foot deformity classifications for flatfeet assessment. *Arch Orthop Trauma Surg.* 3 déc 2021.
- [5] Lee HY, Barbachan Mansur NS, Lalevée M, Dibbern KN, Myerson MS, Ellis SJ, et al. Intra- and Interobserver Reliability of the New Classification System of Progressive Collapsing Foot Deformity. *Foot Ankle Int.* avr 2022;43(4):582-9.
- [6] Barbachan Mansur NS, Lalevée M, Maly C, Dibbern K, Lee HY, Godoy-Santos AL, et al. Association Between Middle Facet Subluxation and Foot and Ankle Offset in Progressive Collapsing Foot Deformity. *Foot Ankle Int.* 28 sept 2021;10711007211040820.
- [7] Lalevée M, Barbachan Mansur NS, Schmidt E, Carvalho K, Vandellune C, Bernasconi A,



L'équipe de chirurgie du pied d'Iowa City durant le congrès de l'American Orthopaedic Foot & Ankle Society (AOFAS).

- et al. Does tibialis posterior dysfunction correlate with a worse radiographic overall alignment in progressive collapsing foot deformity? A retrospective study. *Foot Ankle Surg.* 12 févr 2022;S1268-7731(22)00032-7.
- [8] Lalevée M. Impact de la dysmorphie du premier métatarsien et de ses articulations adjacentes sur la prise en charge chirurgicale de l'hallux valgus. 29 juin 2020;85.
- [9] Saltzman CL, Aper RL, Brown TD. Anatomic Determinants of First Metatarsophalangeal Flexion Moments in Hallux Valgus: *Clinical Orthopaedics and Related Research.* juin 1997;339:261-9.
- [10] Lalevée M, Dibbern K, Barbachan Mansur NS, Walt J, Lee HY, Coillard JY, et al. Impact of First Metatarsal Hyperpronation on First Ray Alignment: A Study in Cadavers. *Clin Orthop Relat Res.* 7 juin 2022.
- [11] Lalevée M, Barbachan Mansur NS, Dibbern K, Briggs H, Maly CJ, Carvalho KAM de, et al. Coronal Plane Rotation of the Medial Column in Hallux Valgus: A Retrospective Case-Control Study. *Foot Ankle Int.* 2 mai 2022;10711007221091810.
- [12] Lalevée M, Barbachan Mansur NS, Lee HY, Maly CJ, Iehl CJ, Nery C, et al. Distal Metatarsal Articular Angle in Hallux Valgus Deformity. Fact or Fiction? A 3-Dimensional

Weightbearing CT Assessment. *Foot Ankle Int.* 13 nov 2021;107110072110516.

- [13] Lee HY, Lalevée M, Mansur NSB, Vandellune CA, Dibbern KN, Barg A, et al. Multiplanar instability of the first tarsometatarsal joint in hallux valgus and hallux rigidus patients: a case-control study. *Int Orthop.* 1 sept 2021.
- [14] Lee HY, Mansur NS, Lalevée M, Maly C, Iehl CJ, Hembree WC, et al. Does metatarsus primus elevatus really exist in hallux rigidus? A weightbearing CT case-control study. *Arch Orthop Trauma Surg* [Internet]. 9 sept 2021 [cité 8 nov 2021]; Disponible sur: <https://link.springer.com/10.1007/s00402-021-04168-5>
- [15] de Cesar Netto C, Schmidt EL, Lalevée M, Mansur NSB. Flexor tenodesis procedure in the treatment of lesser toe deformities. *Arch Orthop Trauma Surg* [Internet]. 11 mai 2021 [cité 17 juin 2021]; Disponible sur: <https://doi.org/10.1007/s00402-021-03942-9>
- [16] Auch E, Barbachan Mansur NS, Lalevée M, Maly C, Martins F, Giarola I, et al. Risks of injury in distal metatarsal minimally invasive osteotomy when comparing standard and modified techniques: A cadaveric study. *Foot Ankle Surg.* 31 janv 2022; S1268-7731(22)00023-6.