

fnrsnews

LE MAGAZINE DU FONDS DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE-FNRS-QUADRIMESTRIEL n° 128 • Juin 2023-P201210

128
Juin 2023

www.frs-fnrs.be • Juin 2023 • bureau de dépôt Liège P201210



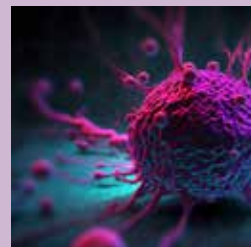
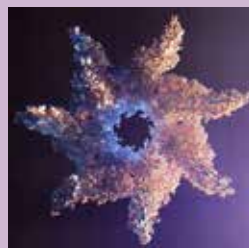
Avenirs de sciences



ÉDITO	03
NEWS	04
NEWS FNRS	16
IN MEDIA	20

DOSSIER AVENIRS DE SCIENCES 22

Des lunes et au-delà	24
Quel futur pour la science du passé ?	28
Quels futurs modes d'expérimentation pour les sciences de la vie ?	32
Une chimie dans l'air du temps	36
La chasse aux bosons	40
Fascinante, l'IA va bouleverser la recherche et la société !	44
Neurosciences : augmenter le potentiel des techniques actuelles	48
Cancer : l'avenir de la recherche	52
Nouveaux horizons juridiques	56
L'ACADÉMIE : LE COLLEGIUM	60
TRAJECTOIRES	66
À LIRE	68



fnrs
LA LIBERTÉ DE CHERCHER

FNRS.news est édité par le Fonds de la Recherche Scientifique-FNRS.
La reproduction des articles publiés n'est pas autorisée, sauf accord préalable du Fonds de la Recherche Scientifique-FNRS et mention de leur provenance.
Réalisation : www.chriscom.eu

Une version électronique de FNRS.news est disponible sur www.fnrs.news.
Éditeur : Véronique Halloin
Secrétaire générale, rue d'Egmont 5 - 1000 Bruxelles.
Rédacteur en Chef : Éric Winnen
Secrétaire de rédaction :
Stéphanie Tuetey
communication@fnrs-fnrs.be

Ont contribué à ce numéro :
Colette Barbier, Christine Calmeau, Madeleine Cense, Marie-Françoise Dispa, Christian Du Brulle, Élise Dubuisson, Henri Dupuis, Thibault Grandjean, Véronique Halloin, Céline Husson, Anne-Sophie Nyssen, Caroline Paquay, Léna Quartermaine, Luc Ruidant, Stéphanie Tuetey, Didier Viviers et Laurent Zanella.
Remerciements : la rédaction remercie celles et ceux qui ont contribué à l'élaboration des articles et des illustrations.

Évolutions

Pour ce deuxième et déjà dernier éditto en tant que Présidente, je souhaiterais évoquer les défis de la transition environnementale et sociale qui challengent aujourd'hui le FNRS.

Les problématiques qui y sont liées, comme le réchauffement climatique, la transition énergétique, la santé et l'environnement, mais aussi les inégalités, ou encore l'intelligence artificielle, sont complexes et appellent une ouverture disciplinaire, un dialogue accru entre les sciences sociales, les sciences humaines, les sciences de la vie et de la santé, les sciences exactes - les STEM en particulier - et les sciences naturelles. C'est une évolution que le FNRS doit non seulement accompagner mais aussi anticiper, notamment par la promotion et le soutien de projets scientifiques transversaux, interdisciplinaires. Une autre voie est celle du développement de projets de recherche audacieux ou risqués, en rupture avec les cadres de pensée établis, une recherche qui peut par exemple être porteuse d'une méthodologie nouvelle ou encore se révéler totalement exploratoire et ne pas nécessairement s'appuyer sur des résultats préliminaires : ces recherches pourront susciter l'émergence de nouvelles pistes, menant, à terme, à des valorisations jusqu'ici insoupçonnées.

Mais ces évolutions ne s'accompliront pas d'elles-mêmes et nécessitent que l'évaluation de la recherche évolue en parallèle. Le FNRS a évidemment un rôle majeur à y jouer. L'accord publié par la Commission européenne visant à réunir, en une coalition, les institutions de recherche et organismes de financement afin d'implémenter une réforme du système d'évaluation de la recherche me semble en constituer un excellent cadre (CoARA - Coalition for Advancing Research Assessment). Il prévoit de prendre en considération la diversité des pratiques, activités et carrières des chercheurs, en

considérant notamment la nature spécifique des disciplines de recherche, d'évaluer la qualité de la recherche basée principalement sur du *peer-review* qualitatif en s'appuyant sur une utilisation responsable d'indicateurs quantitatifs. Il prévoit aussi d'abandonner l'utilisation non-appropriée de métriques relatives aux journaux et publications (notamment le facteur d'impact des journaux et le h-index).

C'est un mouvement dans lequel le FNRS s'était déjà inscrit, en limitant, dans les critères d'évaluation, les facteurs bibliométriques ou en demandant aux candidates et candidats aux mandats post-doctoraux de joindre à leur dossier de candidature les 5 publications les plus représentatives de leur carrière (qui devaient jusqu'alors être seulement listées), afin que les expert(e)s et membres des Commissions scientifiques puissent en prendre connaissance. De même, en signant la Déclaration de DORA (« *San Francisco Declaration on Research Assessment* » www.sfdora.org) en janvier 2022, le FNRS s'est engagé à accorder, dans l'évaluation, moins de poids aux noms (et à l'Impact Factor) des revues dans lesquelles les travaux des chercheuses et des chercheurs sont publiés.

Ces évolutions, indispensables pour la recherche scientifique, devront être soutenues et amplifiées



Anne-Sophie Nyssen
Présidente
du F.R.S.-FNRS



Reconstruire sa **mémoire familiale** par la lutte

Depuis vingt ans en Espagne, nombre de petits enfants de « disparus », tués pendant la période franquiste, battent le pavé pour demander « Vérité, Justice et Réparation ». Ces individus portent un drame familial dans l'espace public. Ils en témoignent par le menu et toujours avec une vive émotion. En s'engageant publiquement, se dit-on machinalement, ils font valoir une mémoire familiale qui leur fût certainement transmise en famille. Or, le recueil systématique d'une quarantaine de récits de vie, analysés avec les outils de la sociologie de la mémoire et des mouvements sociaux, infirme cette hypothèse. Les récits familiaux ont le plus souvent été lacunaires, anecdotiques, situés. C'est à mesure de leur engagement militant que les individus ont progressivement pris conscience de leur condition de « petits-enfants de disparus », et qu'ils ont reconstruit leur mémoire familiale. La mémoire familiale n'était, autrement dit, pas tant un principe de leur engagement public qu'un effet de celui-ci.

« The construction of family memory through activist engagement. The case of relatives of the disappeared in Spain », *Memory Studies*, février 2023.



Sélim Smaoui, Chargé de recherches FNRS, ISPOLE, UCLouvain



Des sciences sociales globales sont-elles encore possibles et pertinentes après **la critique décoloniale** ?

Après avoir connu son heure de gloire dans les années 1990, la sociologie globale est sévèrement critiquée par des approches postcoloniales et décoloniales. L'influence croissante des acteurs et des visions du Sud appelle à un renouvellement de la discipline, jugée eurocentriste et dominée par les sociologues du Nord et de l'Ouest. Comment revoir la méthode et l'épistémologie dans les études sur les mouvements sociaux à l'aune de cette demande de remise en question ? C'est le défi que tente de relever Geoffrey Pleyers. Il s'appuie sur ses recherches antérieures concernant les mouvements globaux depuis 1999 et propose une approche construite sur quatre piliers : la recherche multi-site, les outils analytiques transnationaux, les dialogues avec les acteurs locaux et les chercheurs, ainsi qu'une éthique orientée vers les dialogues interculturels. Sous ces prémisses, la sociologie globale devient un projet collectif qui combine les réflexivités des chercheurs et des acteurs dans une quête commune pour une meilleure compréhension de notre monde et des acteurs qui cherchent à le transformer.

« For a global sociology of social movements. Beyond methodological globalism and extractivism », *Globalizations*, février 2023.



Geoffrey Pleyers, Maître de recherches FNRS, IACS, UCLouvain

La **création du Parquet européen** : vers une justice pénale européenne ?

En 2017, les États membres de l'Union européenne (UE) ont créé le Parquet européen (EPPO), un organe juridique chargé d'enquêter et de poursuivre les infractions contre le budget de l'UE. Ces infractions incluent, par exemple, le détournement de fonds européens et la fraude à la TVA. La justice pénale est étroitement liée à la souveraineté nationale, et les États sont généralement réticents à abandonner leurs pouvoirs régaliens au profit d'organisations supranationales. Cet article analyse la relation entre la structure organisationnelle du Parquet européen et les préoccupations des États membres en matière de souveraineté. Les États membres au sein du Conseil de l'UE étaient divisés

quant à l'étendue de l'autorité que ce nouvel organe devait avoir. Une analyse qualitative de discours montre que l'opposition entre les gouvernements favorisant un Parquet européen très puissant et centralisé et ceux favorisant une structure plus respectueuse de la souveraineté nationale a donné lieu à la création d'un organe complexe et ambigu.

« The establishment of the European Public Prosecutor's Office: integration with limited supranationalisation? », *Journal of European Integration*, mars 2023.

 **Laura Schmeer**, Aspirante FNRS, CEVIPOL, ULB



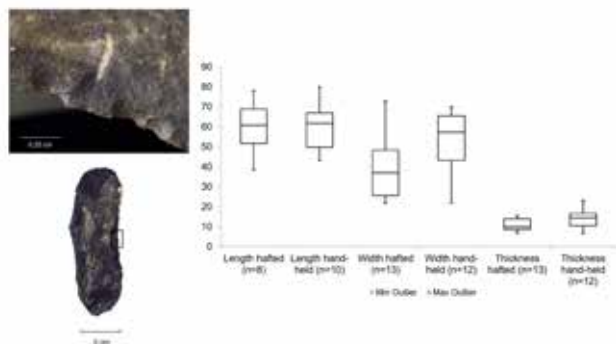
© Sora Shimazaki

Existait-il des standards techniques au **Paléolithique** ?

Pendant longtemps, l'attention des archéologues s'est portée sur les outils en pierre aux formes standardisées, souvent perçus comme le reflet de développements techniques importants. C'est le cas en particulier des outils emmanchés sophistiqués. Mais ce lien entre emmanchement et standardisation des outils en pierre n'a jamais été prouvé. Une étude, menée au TraceoLab de l'ULiège, a combiné les données des traces d'utilisation et d'emmanchement avec des méthodes de mesure de la standardisation. Elle a démontré que la forme des outils préhistoriques est la résultante des contraintes liées à la tâche effectuée, à la nécessité de ravivage de la partie active et aux choix dans le type d'emmanchement. Si le manche peut contraindre l'épaisseur des outils en pierre, il offre par ailleurs des possibilités variées qui conduisent à une plus faible standardisation des outils. Nous devons donc remettre en cause notre perception moderne des standards techniques pour mieux comprendre la créativité des solutions élaborées par nos ancêtres.

« Functional Perspectives on Lithic Standardization », *Lithic Technology*, mars 2023.

 **Veerle Rots**, Maître de recherches FNRS, TraceoLab, ULiège
Noora Taipale, Postdoctorante, TraceoLab, ULiège



© Pierre-Joseph Laurent

La **séduction et l'alcool** au cœur des relations hommes-femmes

Depuis près de cinq cents ans dans les îles du Cap-Vert, l'eau-de-vie de canne à sucre (le grog) renforce l'aplomb séducteur des hommes. Cette société créole, bâtie sur les relations stratifiées de l'esclavage, s'organise toujours avec la mère au centre, gestionnaire du foyer, et la place plutôt périphérique de l'homme. Depuis la fin du XX^e siècle, les femmes occupent de plus en plus l'espace public et remettent en cause les rôles assignés aux deux sexes. Cet article analyse comment les façons de boire le grog, boisson-symbole identitaire masculine, ont accompagné les changements récents de la construction des genres et de la famille. Ainsi, la quête des femmes et la consommation d'alcool longuement instituée des uns se confrontent aujourd'hui aux aspirations des femmes qui ne veulent plus d'un homme macho, absent du foyer.

« Séduction et alcool au Cap-Vert. Transformations des relations de genre dans une société créole », *Les Cahiers d'Études africaines*, mars 2023.

 **Justine Masseaux**, Aspirante FNRS, Laboratoire d'anthropologie prospective, UCLouvain
Pierre-Joseph Laurent, Professeur émérite, Promoteur PDR-FNRS, Laboratoire d'anthropologie prospective, UCLouvain



Comment les **jeunes qui s'engagent dans un Service Citoyen** en Belgique vivent-ils cette expérience ?

La question de l'institutionnalisation d'un Service Citoyen en Belgique est de plus en plus soulevée, à l'image des dispositifs similaires de grande ampleur établis dans d'autres pays européens. Dans ce contexte, au carrefour de la sociologie de l'engagement et de la sociologie du travail, Joseph Vaessen et Marc Zune ont enquêté sur l'expérience des volontaires ayant participé au dispositif de Service Citoyen mis en œuvre actuellement par la Plateforme pour le Service Citoyen. Ce dispositif, destiné aux jeunes adultes de 18 à 25 ans, n'a cessé de croître au cours des dix dernières années. Il pourrait servir de modèle pour l'institutionnalisation actuellement discutée au sein du gouvernement fédéral. L'enquête sociologique révèle à la fois les

multiples attentes expressives des jeunes adultes qui s'engagent en Service Citoyen – ainsi que la façon dont elles s'expriment et sont prises en compte par le dispositif –, mais aussi les logiques issues du marché de l'emploi qui peuvent s'immiscer dans les expériences vécues par les jeunes qui s'y impliquent.

« Le Service Citoyen en Belgique : une expérience qui s'inscrit dans les parcours juvéniles », *Les Cahiers de recherche du Girsef*, avril 2023.



Joseph Vaessen, Aspirant FNRS, IACCHOS-GIRSEF, UCLouvain
Marc Zune, Professeur, IACCHOS-GIRSEF, UCLouvain

Suivez le guide

Lors d'une prise de décision, les individus prennent en considération l'opinion des autres membres du groupe. Ce qui peut créer des comportements grégaires : la décision d'une personne engendre alors une réaction en chaîne et tout le groupe se range à cette décision sans prendre en compte la réalité. On admet habituellement que ces comportements grégaires ont pour origine une première décision rapide et incorrecte. Les recherches récentes menées par Andreagiovanni Reina et ses collègues ont montré le contraire. Un comportement individuel basé sur des mécanismes confirmés par les neurosciences et la psychologie crée des comportements grégaires qui ont, la plupart du temps, pour origine des

décisions rapides et correctes. Les décisions les plus rapides permettent donc au groupe de ne pas faire d'erreur, plutôt que de l'induire en erreur. En fait, une décision rapide suggère aux autres que le décideur a eu accès à de meilleures informations et qu'il émerge spontanément comme guide du groupe.

« Asynchrony rescues statistically-optimal group decisions from information cascades through emergent leaders », *Royal Society Open Science*, mars 2023.



Andreagiovanni Reina, Chargé de recherches FNRS, IRIDIA, ULB



Tous les traders voient-ils le même marché ? Le conflit d'expertise au cœur de la **saga GameStop**

Fin janvier 2021, des internautes sont parvenus, en se coordonnant via un forum de discussion, à faire grimper le prix de l'action GameStop dont plusieurs géants de Wall Street avaient prédit (et misé sur) la chute. Cet événement a suscité un émoi consterné chez la plupart des commentateurs financiers : cette masse de spéculateurs, alimentés par contagion via les réseaux sociaux, aurait provoqué des mouvements de prix absurdes. À partir d'une ethnographie croisée (observation participante en salle de marché et sur le forum), cet article prend le contre-pied et s'empare de cette affaire pour interroger la source d'information dominante des professionnels de la finance : le Terminal Bloomberg. En quoi ce dernier diffère-t-il du forum de discussion ? Par sa sélection et sa hiérarchisation de l'information, favorise-t-il certaines

interprétations ? Sa contestation lors de la saga GameStop par la contre-expertise des internautes peut-elle déboucher sur une démocratisation des marchés financiers ? Par les éléments de réponse qu'elle apporte à ces questions, cette recherche met au jour le pouvoir des « pourvoyeurs d'informations financières » : en orientant l'attention des investisseurs, ils pèsent sur le fonctionnement des marchés – silencieusement, mais lourdement.

« Bloomberg and the GameStop saga: The fear of stock market democracy », *Economy and Society*, mai 2023.

 **Tom Duterme**, Aspirant FNRS, CriDIS & LFIN, UCLouvain

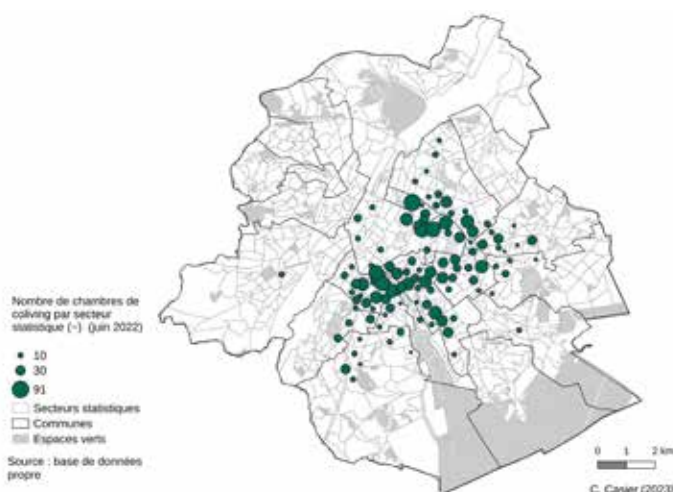


Transformer des **maisons** en actifs financiers grâce au coliving

Le coliving à Bruxelles consiste en la location, au sein d'un même bâtiment, de chambres accompagnées d'espaces communs et de services, opérée par des sociétés privées. Par sa formule tout-inclus meublée et flexible, cette offre de niche mais en croissance rapide s'adresse particulièrement aux jeunes expatriés et expatriées présent(e)s à Bruxelles. Ce type d'établissement est installé majoritairement dans des maisons unifamiliales des communes du sud-est de la première couronne urbaine. Cette recherche montre comment le logement est de plus en plus acquis et géré comme un actif financier, que ce soit par les ménages ou des fonds d'investissement. Cette tendance s'accompagne de la création de services de gestion immobilière afin de décharger les propriétaires de toute obligation liée à la mise en location de leur bien.

« Le coliving ou la financiarisation des maisons bruxelloises », *Brussels Studies*, avril 2023.

 **Charlotte Casier**, Aspirante FNRS, IGEAT, ULB



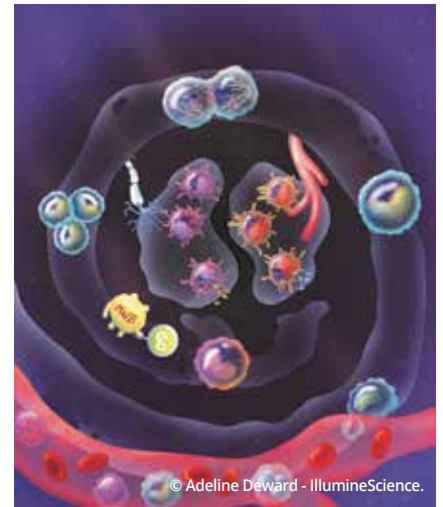
Découverte d'une **fonction inattendue des cellules immunitaires du sang** : leur capacité à proliférer !

Les macrophages, issus des monocytes du sang, nous protègent contre les microbes et participent au bon fonctionnement de nos organes. Ces importantes cellules immunitaires occupent des niches particulières et exercent des fonctions importantes dans tous les tissus. Leur maintenance dépend soit de leur capacité à se renouveler, soit de la différenciation de monocytes en macrophages. Cependant, peu de modèles ont permis de décrire en détail les trajectoires de cette différenciation. Grâce au développement d'un modèle de déplétion et de reconstitution des macrophages interstitiels du poumon à partir de monocytes sanguins chez la souris, Thomas Marichal et son équipe ont découvert que les monocytes, une fois dans le tissu, peuvent d'abord proliférer localement en réponse à un

facteur de croissance, un phénomène inconnu jusque-là. Ils sont alors capables de générer un pool de monocytes dans les tissus afin de renouveler les macrophages. « Il s'agit d'une découverte fondamentale majeure, qui modifie notre conception de l'implication de la prolifération cellulaire dans la constitution et le maintien de notre système immunitaire », selon Thomas Marichal.

« **MafB-restricted local monocyte proliferation precedes lung interstitial macrophage differentiation** », *Nature Immunology*, mars 2023.

 **Thomas Marichal**, Chargé de cours, Promoteur WELBIO et PDR-FNRS, Laboratoire d'immunophysiologie, Institut GIGA, ULiège
Et al.



© Adeline Deward - IllumineScience.



Nos certitudes atténuent nos **réponses cérébrales à la douleur**

Notre perception de la douleur est cruciale pour protéger l'intégrité de notre corps. Lorsqu'une douleur persiste dans le temps, notre cerveau doit apprendre à prédire son évolution temporelle afin de limiter les risques de blessure. De telles prédictions génèrent des attentes quant aux intensités futures : le prochain stimulus (par exemple, une piqûre) sera peu ou au contraire très douloureux. Dans une étude récente, Dounia Mulders et son équipe ont exposé des participants sains à des séquences de stimuli thermiques douloureux qui induisaient des variations d'attentes au cours du temps. À l'aide d'enregistrements EEG, ils ont montré que les principales activités cérébrales évoquées par les stimulations douloureuses sont modulées par l'incertitude : lorsque nous sommes certains du type de stimulus que nous allons recevoir, nos activités cérébrales s'en trouvent réduites, car notre cerveau se fie principalement à nos anticipations et moins au stimulus qui est réellement appliqué. Une découverte essentielle pour aider les patients qui souffrent de douleurs chroniques.

« **Confidence of probabilistic predictions modulates the cortical response to pain** », *Proceedings of the National Academy of Sciences*, janvier 2023.

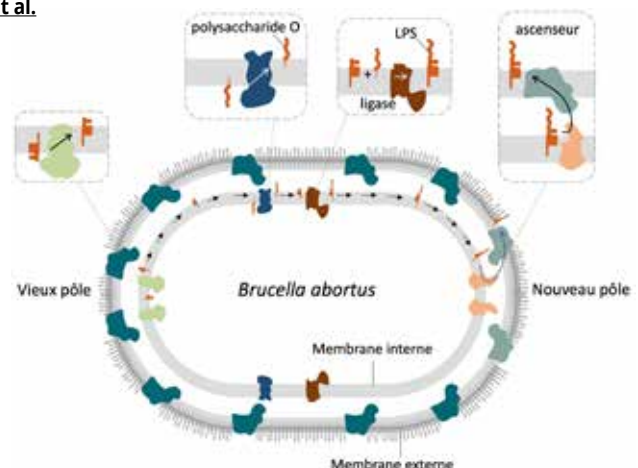
 **Dounia Mulders**, Chargée de recherches FNRS, IoNS et ICTEAM, UCLouvain
Et al.

De nouveaux indices pour percer l'**armure de Brucella**

L'équipe dirigée par Xavier de Bolle a pu mettre en évidence la manière dont *Brucella* construit et renforce son enveloppe pour résister aux conditions extérieures. Cette bactérie, qui infecte le bétail, est à l'origine de la *Brucellose*, l'une des zoonoses les plus répandues au monde. Grâce à de nouvelles approches de microscopie à fluorescence, développées dans un laboratoire de haute sécurité biologique, les chercheurs ont mis au jour le trajet du composant le plus externe de la bactérie, le lipopolysaccharide (ou LPS), qui doit traverser toute la cellule bactérienne pour rejoindre un ascenseur qui l'emmènera à la surface de la bactérie. De plus, lors de ce périple, le LPS va rencontrer une enzyme (une ligase) qui va lui ajouter une longue chaîne sucrée (un polysaccharide O). La présence de polysaccharide O va empêcher les macrophages, tueurs professionnels de notre système immunitaire, de détruire la bactérie qui pourra continuer ainsi à infecter ses hôtes. Cette découverte prouve qu'une meilleure compréhension fondamentale des mécanismes de croissance des bactéries permettra de mieux lutter contre les pathogènes bactériens.

« **Lipopolysaccharide biosynthesis and traffic in the envelope of the pathogen *Brucella abortus*** », *Nature Communications*, février 2023.

 **Audrey Verhaeghe**, Aspirante FNRS, Unit in Biology of Microorganisms (URBM), Namur Research Institut for Life Sciences (Narilis), UNamur
Xavier De Bolle, Professeur, Promoteur PDR-FNRS, Unit in Biology of Microorganisms (URBM), Namur Research Institut for Life Sciences (Narilis), UNamur
Et al.



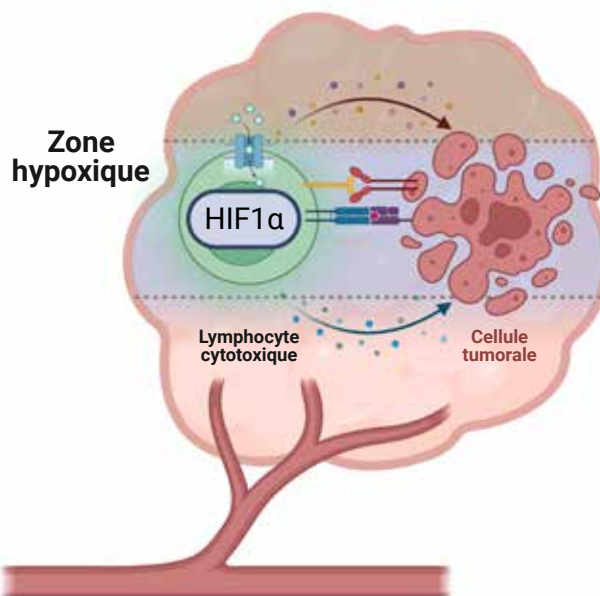
L'impact de l'hypoxie dans la réponse **antitumorale**

Les succès de l'immunothérapie ne sont plus à démontrer. L'identification d'antigènes tumoraux, l'analyse des réponses immunitaires au sein des tumeurs et l'effet des inhibiteurs de points de contrôle démontrent que le système immunitaire est capable de détecter et contrôler des cellules cancéreuses chez une proportion de patients. Cependant, le microenvironnement tumoral est complexe et peut inhiber les réponses immunitaires antitumorales. Cet environnement se caractérise entre autres par une privation d'oxygène due à la présence de vaisseaux peu fonctionnels.

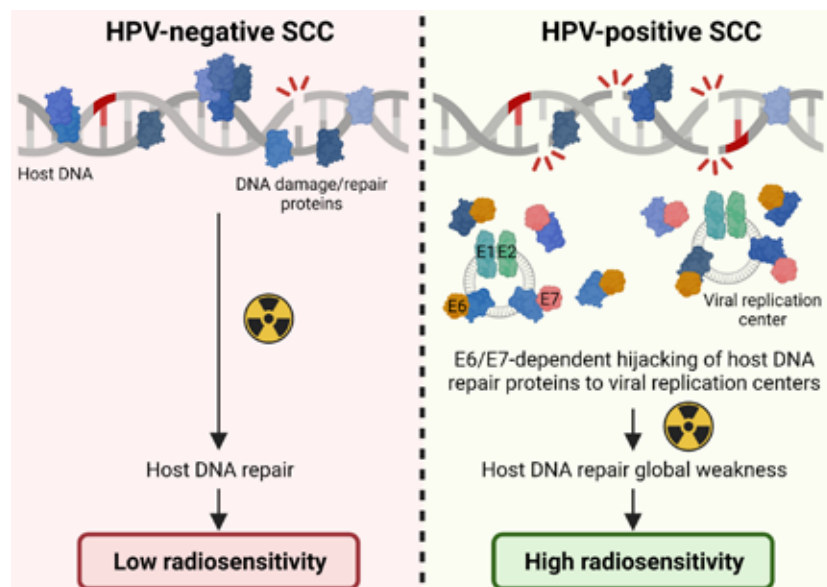
Le Laboratoire d'immunobiologie de l'ULB a étudié l'effet de cette hypoxie sur la réponse immunitaire dans deux modèles tumoraux murins. De manière surprenante, les résultats montrent que la stabilisation du senseur d'oxygène HIF dans les lymphocytes T (qui mime l'effet de l'hypoxie) induit le rejet de la tumeur chez 65% des souris et potentialise la réponse cytotoxique au sein de la tumeur. De plus, la stabilisation de HIF agit en synergie avec l'inhibition des points de contrôle, une approche utilisée en clinique. L'hypoxie peut donc avoir un effet bénéfique sur la réponse antitumorale et représente une cible potentielle en immunothérapie.

« PHD2 Constrains Antitumor CD8+ T-cell Activity », *Cancer Immunology Research*, mars 2023.

 **Stanislas Goriely**, Directeur de recherches FNRS, Promoteur Télévie, Institute for Medical Immunology (IMI), ULB
Muriel Moser, Directrice de recherches FNRS honoraire, Institute for Medical Immunology (IMI), ULB
Et al.



Explication de la **haute radiosensibilité des cancers HPV-induits**



Une recherche « multi-approches » menée par les chercheurs du Laboratoire de pathologie expérimentale (GIGA-Cancer, ULiège) et leurs partenaires (locaux, nationaux et internationaux) met en évidence que les oncoprotéines E6 et E7 des papillomavirus humains (HPV) participent activement à la radiosensibilité des cancers HPV-induits. En effet, en interagissant avec de nombreuses protéines impliquées dans les mécanismes de réparation de l'ADN et en redirigeant ces dernières vers les centres réplikatifs viraux, ces oncoprotéines virales empêchent ainsi la réparation des altérations génétiques au sein du génome de l'hôte (induisant in fine la cancérisation). Ce phénomène peut être vu comme le talon d'Achille des cancers viro-induits et explique leur forte sensibilité à la radiothérapie. Cette découverte ouvre la porte à une potentielle utilisation de nouveaux médicaments anticancéreux (en combinaison avec la radiothérapie) dans le contexte des cancers HPV-positifs.

« Human papillomavirus E6/E7 oncoproteins promote radiotherapy-mediated tumor suppression by globally hijacking host DNA damage repair », *Theranostics*, janvier 2023.

 **Diane Bruyere**, Boursière FRIA-FNRS, Laboratoire de pathologie expérimentale, ULiège
Michael Herfs, Chercheur qualifié FNRS, Laboratoire de pathologie expérimentale, ULiège
Et al.

Un nouveau type cellulaire découvert dans l'œsophage murin bouscule un paradigme

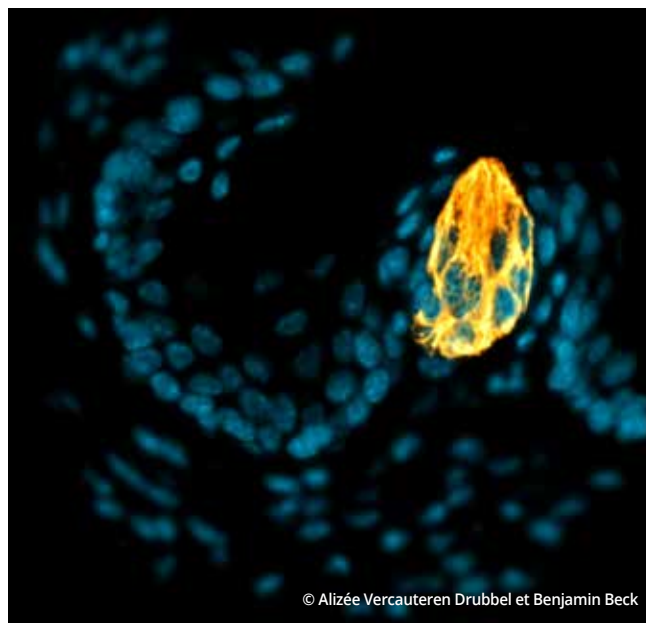
En étudiant l'œsophage de la souris à l'échelle de la cellule unique, une équipe de l'ULB a récemment découvert des bourgeons gustatifs. Bien connus pour être présents sur la langue, ces petits organes sensoriels permettent de percevoir le goût. Or, dans l'œsophage, ces structures n'avaient jamais été caractérisées. En effet, l'œsophage murin était décrit jusqu'à présent comme un tissu simple, composé d'un seul type cellulaire. Cette observation démontre pour la première fois que des cellules souches de l'œsophage peuvent donner naissance à plusieurs types cellulaires. Dans le futur, la compréhension des mécanismes régulant la formation des bourgeons gustatifs pourrait permettre de prévenir leur perte dans le cadre de maladies ou lors de certaines chimiothérapies. Enfin, cette étude soulève une question fascinante : sommes-nous capables de goûter avec notre œsophage ?

« Single-cell transcriptomics uncovers the differentiation of a subset of murine esophageal progenitors into taste buds in vivo », *Science Advances*, mars 2023.



Alizée Vercauteren Drubbel, Collaboratrice scientifique FNRS, IRIBHM, ULB

Benjamin Beck, Chercheur qualifié FNRS, IRIBHM, ULB



© Alizée Vercauteren Drubbel et Benjamin Beck

Le microbiote intestinal associé à l'obésité module le comportement alimentaire

L'équipe d'Amandine Everard vient de mettre en évidence le rôle du microbiote intestinal dans la motivation excessive pour obtenir des aliments à haute valeur hédonique, souvent denses en calories, au cours de l'obésité. Le groupe a démontré qu'un transfert de microbiote intestinal de souris obèses à des souris minces suffisait à induire une motivation excessive des animaux pour obtenir une récompense de type alimentaire. De plus, les souris minces transplantées avec le microbiote intestinal de souris obèses présentent les mêmes altérations de certains marqueurs impliqués dans les voies de signalisation dopaminergique et opioïde au niveau du système de la récompense que celles retrouvées chez les souris obèses. Finalement, à l'aide d'analyses métabolomiques, les chercheurs ont identifié un métabolite phénolique (l'acide 3-(3'-hydroxyphenyl)propionique) produit par le microbiote intestinal, comme potentiel médiateur des effets sur le système de la récompense lors de l'alimentation. Les données obtenues

suggèrent donc que moduler le microbiote intestinal ou cibler ses métabolites pourrait être une stratégie intéressante pour le développement de nouvelles approches thérapeutiques afin de faire face aux comportements alimentaires compulsifs et limiter la consommation excessive d'aliments à haute valeur hédonique, riches en calories.

« Obese-associated gut microbes and derived phenolic metabolite as mediators of excessive motivation for food reward », *Microbiome*, avril 2023.



Sabrina Huwart, Aspirante FNRS, LDRI, UCLouvain

Patrice D. Cani, Directeur de recherches, Promoteur WELBIO, LDRI, UCLouvain

Amandine Everard, Chercheuse qualifiée FNRS, Promotrice WELBIO, LDRI, UCLouvain

Et al.

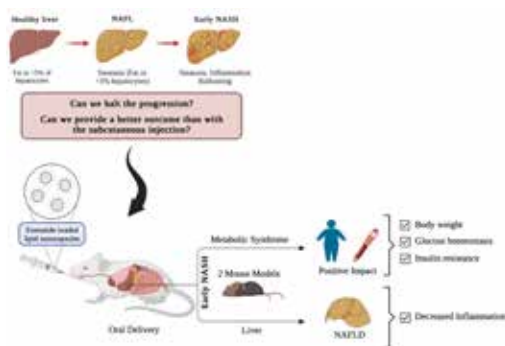


Mise en évidence d'un lien épigénétique entre le stress glyquant et la progression tumorale dans le cancer du sein triple négatif

La grande avidité des cellules cancéreuses pour le glucose est bien établie et qualifiée d'effet Warburg, du nom de ce chimiste et Prix Nobel de médecine (1931) qui a observé pour la première fois cette caractéristique. L'absorption de glucose va notamment favoriser la production de méthylglyoxal, une molécule très réactive qui instaure un stress glyquant au niveau des cellules cancéreuses. Cette étude démontre que le méthylglyoxal influence la régulation épigénétique de l'expression des gènes (c'est-à-dire sans affecter leur séquence d'ADN). Ces chercheurs ont observé une hyperméthylation de l'ADN qui conduit notamment à l'extinction de gènes dits « suppresseurs de tumeurs » au niveau des cellules cancéreuses soumises au stress glyquant. L'utilisation d'agents neutralisants du méthylglyoxal, tels que la carnosine, permet non seulement de rétablir l'expression des gènes suppresseurs de tumeurs mais aussi de contrer la capacité migratoire des cellules cancéreuses.

« Methylglyoxal : a novel upstream regulator of DNA methylation », *Journal of Experimental Clinical Cancer Research*, mars 2023.

Akeila Bellahcene, Directrice de recherches FNRS, Promotrice Télévie, ULiège
François Fuks, Professeur ordinaire, Directeur du Laboratoire d'Épigénétique du Cancer, Promoteur Télévie, ULB
Et al.



Nanoparticules lipidiques pour traiter la stéatose hépatique

Dans le cas de certaines maladies, notre corps sécrète parfois des hormones de façon insuffisante. Ces hormones sont alors administrées sous forme de médicaments. C'est le cas du glucagon-like peptide 1 (GLP-1) pour le traitement de l'obésité ou du diabète de type 2. Ces hormones étant des peptides, elles sont normalement administrées par voie sous-cutanée. Ana Beloqui García et son groupe de recherche au Louvain Drug Research Institute ont montré qu'une formulation à base de lipides sous forme de nanoparticules pouvait stimuler la sécrétion de GLP-1. Lorsque ces nanoparticules encapsulent des analogues du GLP-1, il est possible d'atteindre des niveaux thérapeutiques avec une formulation orale. Cette étude évalue l'effet de l'administration orale du GLP1 dans le cadre du traitement de la stéatose hépatique. Elle démontre que cette stratégie peut être encore plus efficace pour ralentir la progression de la maladie que l'administration de l'hormone par voie sous-cutanée.

« Exploiting the biological effect exerted by lipid nanocapsules in non-alcoholic fatty liver disease », *Journal of Controlled Release*, avril 2023.

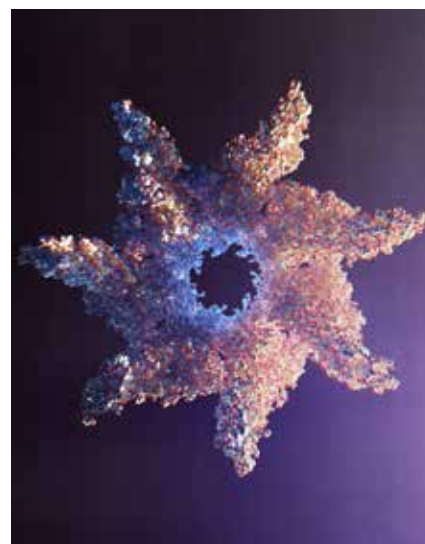
Inès Domingues, Doctorante WELBIO, Louvain Drug Research Institute/Advanced Drug Delivery and Biomaterials, UCLouvain
Valentina Marotti, Aspirante FNRS, Louvain Drug Research Institute/Advanced Drug Delivery and Biomaterials, UCLouvain
Wunan Zhang, Boursier FRIA-FNRS, Louvain Drug Research Institute/Advanced Drug Delivery and Biomaterials, UCLouvain
Patrice D. Cani, Directeur de recherches FNRS, Promoteur WELBIO, Louvain Drug Research Institute/ Metabolism and Nutrition Group, UCLouvain
Isabelle A. Leclercq, Professeure ordinaire, Promotrice Télévie, Institute of Experimental and Clinical Research/Laboratory of Hepato-Gastroenterology, UCLouvain,
Ana Beloqui García, Chercheuse qualifiée FNRS, Promotrice WELBIO, Louvain Drug Research Institute/Advanced Drug Delivery and Biomaterials, UCLouvain
Et al.

Un mécanisme de contrôle qualité pour le repliement des protéines

Les protéines sont des chaînes d'acides aminés qui doivent adopter une conformation spécifique pour fonctionner correctement. Les cellules utilisent des chaperons moléculaires, comme GroEL, pour aider les protéines à se replier, c'est-à-dire à acquérir leurs propriétés fonctionnelles, et contrer les menaces. Dans cette étude, les chercheurs ont montré comment la protéine CnoX coopérait avec le chaperon GroEL pour faciliter le repliement des protéines chez la bactérie *Escherichia coli*. Ils ont découvert que CnoX interagissait avec GroEL afin de contrôler la « qualité » (l'état d'oxydation) des protéines substrats de GroEL : si un substrat est endommagé, CnoX va initier sa réparation. Cette découverte a prouvé que des homologues de CnoX existaient chez certains eucaryotes (des cellules qui possèdent un noyau et plusieurs organismes en leur sein). Elle permettra de mieux étudier la manière dont les protéines survivent dans la cellule, une avancée dans la compréhension des mécanismes impliqués dans des maladies telles que Alzheimer ou Parkinson.

« A molecular device for the redox quality control of GroEL/ES substrates », *Cell*, mars 2023.

Yves Dufrène, Directeur de recherches FNRS, IBST, UCLouvain
Jean-François Collet, Professeur, Promoteur PDR-FNRS, Institut de Duve, UCLouvain
Et al.



Changement climatique et **expansion du virus de Lassa**

La fièvre de Lassa est une fièvre hémorragique virale sévère causée par un virus zoonotique qui se transmet à l'Homme à partir d'autres animaux - dans ce cas, le rat plurimammaire du Natal (*Mastomys natalensis*). Bien que le principal réservoir animal du virus soit connu, la fièvre de Lassa ne se propage que dans certaines zones où ces rongeurs sont présents. Il est donc possible que les facteurs environnementaux contribuent également à déterminer les régions où une transmission virale importante peut se produire. Dans cette étude, les chercheurs ont utilisé des données sur les conditions environnementales des sites de propagation connus afin de développer un modèle de niche écologique pour la transmission du virus. En combinant ce modèle avec des projections de changement climatique et d'utilisation des sols en Afrique au cours des prochaines décennies, les chercheurs ont estimé une expansion potentiellement importante de l'étendue de la niche écologique du virus, à la fois à l'intérieur et au-delà de l'Afrique de l'Ouest. En analysant des génomes viraux géoréférencés à l'aide d'une analyse phylogéographique, les

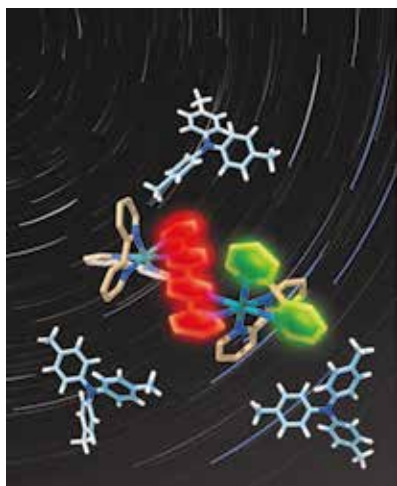
chercheurs ont cependant pu constater que la vitesse de dispersion du virus était relativement faible, ce qui pourrait faciliter son contrôle en cas d'introduction dans une zone nouvelle propice sur le plan écologique.

« Predicting the evolution of the Lassa virus endemic area and population at risk over the next decades », *Nature Communications*, septembre 2022.

 **Simon Dellicour**, Chercheur qualifié FNRS, Spatial Epidemiology Lab (SpELL), ULB **Et al.**



Contrôler les pertes d'énergie en **photosynthèse artificielle**



Dans la photosynthèse, l'absorption de lumière par un chromophore (photostabilisateur) et la catalyse sont deux processus séparés qui sont reliés par des transferts d'électrons exothermiques. Chaque transfert d'électron étant thermodynamiquement favorable, une perte d'énergie globale entre l'énergie du photon qui est absorbé et l'énergie de l'espèce finale qui réalise la catalyse est inéluctable. Ce phénomène, combiné à d'autres processus, aboutit à une perte énergétique située entre 20 et 30% de l'énergie initialement disponible. La photosynthèse artificielle souffre des mêmes problèmes et il est donc primordial de trouver des solutions alternatives qui permettent de réduire ces pertes énergétiques. Cette étude, réalisée conjointement par des chercheurs de l'UCLouvain et de l'Université de Buenos Aires, montre que l'arrangement spatial

des chromophores influence cette dissipation d'énergie. Les chercheurs sont parvenus à ralentir suffisamment les processus dissipatifs afin d'utiliser des états de plus haute énergie pour réaliser des processus de transfert d'électrons avec des systèmes modèles et ainsi gagner entre 100 et 170 meV d'énergie. Les chercheurs souhaitent étendre cette approche à d'autres chromophores organiques et inorganiques et maximiser la quantité d'énergie économisée.

« Anti-Dissipative Strategies toward More Efficient Solar Energy Conversion », *Journal of the American Chemical Society*, février 2023.

 **Ludovic Troian-Gautier**, Chercheur qualifié FNRS, Institut de la Matière condensée et des nanosciences (IMCN), Molecular Chemistry, Materials and Catalysis (MOST), UCLouvain **Et al.**

L'effet de l'aléatoire dans la **corrosion de l'acier inoxydable**

La méthode de sciences des données peut s'utiliser pour comprendre l'activité de corrosion de l'acier inoxydable 316L en présence de chlorure. C'est ce qu'ont prouvé les scientifiques dans cette étude. Ils ont eu recours à un outil très avancé, le Scanning Electrochemical Cell Microscopy (SECCM), qui leur a permis de gérer et d'explorer les énormes quantités de données collectées à partir de 955 mesures. Ils ont effectué des tests de normalité et d'ajustement à des fonctions théoriques pour comprendre les distributions de $\log(j)$ (un paramètre qui mesure l'activité de corrosion) à différents potentiels. Les scientifiques ont ensuite utilisé ces informations pour distinguer les régions de passivation (où l'acier est protégé contre la corrosion) des régions de corrosion par piqûres (où l'acier est vulnérable à la corrosion). Enfin, ils ont constaté que la distribution de $\log(j)$ dépendait du potentiel et que la variance augmentait avec l'agressivité du test. Cela permettra de mieux comprendre les mécanismes de corrosion et d'améliorer la durabilité des matériaux dans un environnement corrosif.

« Probing the randomness of the local current distributions of 316L stainless steel corrosion in NaCl solution », *Corrosion Science*, mars 2023.

 **Leonardo Bertolucci Coelho**, Chargé de recherches FNRS, ChemSIN - Chemistry of Surfaces, Interfaces and figNanomaterials, ULB **Daniel Torres**, Boursier FRIA-FNRS, ChemSIN, ULB **Miguel Bernal**, Collaborateur scientifique FNRS, ChemSIN, ULB **Et al.**





©Amdemichael Zafu Tadesse

Retracer les **conditions de stockage du magma** dans le sous-sol d'un grand volcan en Afrique de l'Est

L'Afrique de l'Est abrite une centaine de volcans endormis, dont plusieurs comprennent des ressources géothermiques souvent sous-explorées. Un de ces volcans est le Bora-Baricha-Tullu Moye en Éthiopie. Il constitue l'objet de cette étude dont le but est de mieux comprendre comment les magmas (roches fondues) stockés dans le sous-sol fournissent de la chaleur géothermique. Pour cela, il est important de savoir à quelles profondeurs et températures ces magmas se trouvent. Les chercheurs se sont intéressés aux roches volcaniques du

Bora-Baricha-Tullu Moye pour reconstruire les conditions de stockage des magmas. Sur base de la composition chimique des roches et minéraux, ils ont identifié différents niveaux de stockage. Les magmas les plus chauds (1070-1190°C) se trouvent à une profondeur de 7 à 29 km, d'autres un peu plus « froids » (700-900°C) se trouvent à une profondeur d'environ 4 km. Une meilleure compréhension des conditions de stockage des magmas permet une meilleure exploration et finalement une exploitation

plus ciblée de l'énergie géothermique dans la région.

« Pre-eruptive storage conditions and magmatic evolution of the Bora-Baricha-Tullu Moye volcanic system, Main Ethiopian Rift », *Lithos*, février 2023.



Amdemichael Zafu Tadesse, Aspirant FNRS, Laboratoire G-Time, ULB
Karen Fontijn, Chargée de cours, Laboratoire G-Time, ULB
Et al.

Les **émissions de gaz à effet de serre** produites par les cours d'eau de la Cordillère des Andes

Les rivières contribuent fortement aux émissions mondiales de dioxyde de carbone (CO_2) et de méthane (CH_4). L'Amazonie, le plus grand fleuve du monde, joue un rôle majeur dans ce processus. Il draine la plus grande forêt tropicale de la Terre qui fournit aux rivières de grandes quantités de carbone organique transformées par les microbes en CO_2 et CH_4 , rejetés ensuite dans l'atmosphère. Toutes les études menées jusqu'à présent dans cette région ont été réalisées dans les plaines de l'Amazonie centrale, à une altitude inférieure à 500 m, à au moins 1000 km de la Cordillère des Andes. Or, les rivières de plaines ont des taux d'émission de CO_2 et de CH_4 très différents de ceux des cours d'eau de montagne. Cette étude a permis de collecter des données concernant les rivières de montagne et de piémont en Équateur, à une altitude allant de 175 m à 3990 m au-dessus du niveau de la mer. Elle montre que ces cours d'eau des montagnes andines sont des points chauds d'émissions de dioxyde de carbone et de méthane. Ils représentent 35 % des émissions de CO_2 et 72 % des émissions de CH_4 produites par l'ensemble des fleuves du bassin de l'Amazonie.

« Andean headwater and piedmont streams are hot spots of carbon dioxide and methane emissions in the Amazon basin », *Communications Earth & Environment*, mars 2023.



Alberto Borges, Directeur de recherches FNRS, Chemical Oceanography Unit (COU), ULiège
Gonzalo Chiriboga Gavidia, Doctorant, Chemical Oceanography Unit (COU), ULiège



©Janeide de Assis Padilha



Les éléments traces chez les oiseaux nichant en Antarctique

Cette étude évalue les niveaux de dix-huit éléments traces dans les plumes et les œufs de cinq espèces d'oiseaux migrateurs nichant dans la péninsule antarctique, avec pour but de tester les facteurs qui influencent leur exposition aux polluants. Les plumes des oiseaux de mer migrant vers l'hémisphère nord, comme le Labbe antarctique (*Stercorarius maccormicki*), ont des concentrations en lithium (Li) et en magnésium (Mg) plus élevées que les espèces migrant vers le sud tels que le Chionis blanc (*Chionis albus*). Ces résultats montrent que la migration et l'écologie trophique de ces oiseaux (c'est-à-dire l'étude des relations alimentaires entre les différentes espèces au sein d'un écosystème) exercent une influence sur les concentrations d'éléments contaminants dans leurs plumes. Par ailleurs, certains éléments toxiques (cuivre, manganèse, rubidium, plomb, cadmium, chrome) retrouvés chez les oiseaux de mer en Antarctique présentaient des concentrations plus importantes que lors d'études antérieures. Cela prouve qu'il est important de surveiller ces animaux, car l'augmentation des activités humaines locales et mondiales peut les exposer davantage aux polluants.

« Trace elements in migratory species arriving to Antarctica according to their migration range », *Marine Pollution Bulletin*, mars 2023.

 **Krishna Das**, Maître de recherches FNRS, Freshwater and Oceanic Sciences Unit of research (FOCUS), ULiège
Gilles Lepoint, Maître de recherches FNRS, Freshwater and Oceanic Sciences Unit of research (FOCUS), ULiège
Et al.

À quelle distance sommes-nous de la gravité quantique ?

Les physiciens sont à la recherche d'une théorie pouvant incorporer à la fois le modèle standard des particules (basé sur la mécanique quantique) et la relativité générale d'Einstein (basée sur la mécanique classique), c'est-à-dire une théorie quantique de la gravité. Tout candidat devrait reproduire la physique connue aux échelles d'énergie sondées par les détecteurs, appelées ici basses énergies (dans le sens où le caractère quantique de la gravité se manifeste à des échelles d'énergie bien plus élevées). Récemment, on a commencé à proposer des conditions portant sur le landscape des modèles à basse énergie pouvant être complétés à haute énergie. Ceux-ci semblent émerger en familles dont certains membres sont situés à distance infinie par rapport à tous les autres. Cette conjecture n'avait été vérifiée que pour des modèles provenant de la théorie des cordes, pour lesquels il existe une notion naturelle de distance entre théories. En utilisant une notion plus générale de distance, les chercheurs à l'origine de cette étude ont montré que d'autres candidats de gravité quantique, appelés *higher-spin gravity*, se comportaient de manière très différente de ceux associés aux cordes. L'espace des « bonnes » théories pourrait donc être bien plus grand que prévu !

« Infinite distances in multicritical CFTs and higher-spin holography », *Journal of High Energy Physics*, mars 2023.

 **Ivano Basile**, Postdoctorant, Service de Physique de l'Univers, Champs et Gravitation, UMONS
Andrea Campoleoni, Chercheur qualifié FNRS, Service de Physique de l'Univers, Champs et Gravitation, Physique de l'Univers, Champs et Gravitation, UMONS
Simon Pekar, Boursier FRIA-FNRS, UMONS
Evgeny Skvortsov, Chercheur qualifié FNRS, Service de Physique de l'Univers, Champs et Gravitation, UMONS



Serrage d'un nœud moléculaire

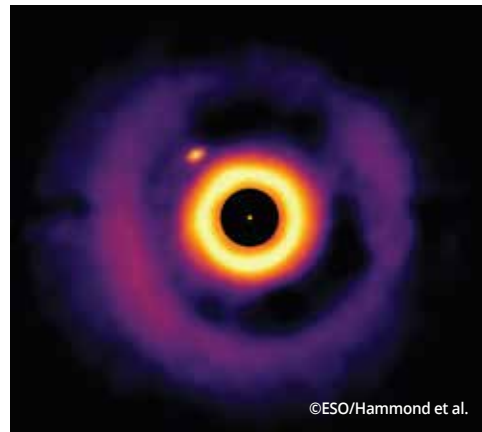
Les nœuds se retrouvent partout : de manière fortuite, comme des câbles électriques emmêlés, pour une fonction particulière comme les lacets de chaussures ou bien encore les nœuds élaborés utilisés par les marins. Des structures nouées existent aussi dans l'ADN, les protéines et les polymères. Les chimistes sont désormais capables de synthétiser des nœuds et ont montré quelques propriétés prometteuses dans divers domaines. La réponse des nœuds à une contrainte mécanique est très mal connue, pourtant elle est cruciale pour déterminer leur utilité et leurs limites. Des chercheurs de l'ULiège ont sondé la réponse en force de nœuds d'arrêt dans des petites molécules lors du serrage et ont montré qu'ils jouaient un rôle important dans la gestion des contraintes mécaniques en fournissant une réserve d'extensibilité. Ils ont pu mesurer l'énergie supplémentaire qu'une molécule nouée peut absorber en réponse à des perturbations mécaniques par rapport à un brin non noué. Les résultats sont pertinents pour la conception de matériaux tissés.

« Mechanical tightening of a synthetic molecular knot », *Chem*, janvier 2023.

 **Anne-Sophie Duwez**, Professeure ordinaire, Promotrice PDR-FNRS, NANOCEM, ULiège
Et al.

Une planète géante capturée au moment de sa formation

Après l'identification de deux planètes en formation dans le système PDS 70, des astronomes ont récemment pu confirmer une nouvelle protoplanète, cette fois-ci dans le système HD 169142. L'application d'outils de traitement d'image avancés, développés à l'ULiège, sur des données prises par l'instrument SPHERE du Very Large Telescope (Chili), a permis de soustraire efficacement la lumière éblouissante de l'étoile (100 000 fois plus brillante que la planète), et d'ainsi obtenir des images de haute qualité de la protoplanète, dénommée HD 169142 b. Ces clichés révèlent la planète naissante en train de creuser un sillon annulaire dans un disque de gaz et de poussière qui entoure l'étoile, appelé disque protoplanétaire. Les images prises à différents intervalles durant 4 ans montrent la planète avancer sur son orbite, séparée de son étoile comme Neptune l'est du Soleil, tel qu'attendu par les lois de Kepler. Elles montrent également une spirale dans le sillage de la planète, une conséquence attendue de l'interaction dynamique entre la planète et le disque dans lequel elle se forme, confirmant les prédictions faites par des modèles hydrodynamiques. Le suivi de cette source avec de nouveaux instruments devrait nous permettre de mieux cerner ses propriétés physiques, et ainsi nous éclairer davantage encore sur les processus qui interviennent lors de la formation des planètes.



©ESO/Hammond et al.

« Confirmation and Keplerian motion of protoplanet HD 169142 b », *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, juin 2023.



Iain Hammond, Doctorant, School of Physics and Astronomy, Université de Monash (Australie)

Valentin Christiaens, Chargé de recherches FNRS, PSILab, ULiège

Sandrine Juillard, Boursière FRIA-FNRS, PSILab, ULiège

Et al.

Les insectes phytophages après l'extinction de la fin du Crétacé en Belgique

La fin du Crétacé doit sa célébrité à l'impact de la météorite de Chicxulub qui a causé l'extinction des dinosaures. Le registre fossile montre que les insectes constituent un autre groupe à avoir été affecté par cet impact. En effet, même si les insectes se fossilisent peu, ils ont laissé beaucoup de traces sur les plantes dont ils se nourrissaient. Jusqu'ici, il était donc accepté que les écosystèmes en général avaient été durablement bouleversés par l'impact. Cependant, ces conclusions ont été tirées à partir de sites essentiellement localisés aux États-Unis. Les travaux plus récents issus d'autres parties du monde tendent à nuancer cette hypothèse. C'est ce qui est observé en particulier sur le site belge de Gelinden, daté du Paléocène (l'époque qui suit directement le Crétacé) et dont les fossiles végétaux très bien préservés montrent une diversité de traces d'insectes bien supérieure à ce que l'on note à la même époque en Amérique du Nord. Cela indique clairement que l'extinction aurait été beaucoup moins globale que ce qui avait été précédemment estimé par l'extrapolation des données étatsuniennes.

« Plant-insect interactions in the Selandian (Early Paleocene) Gelinden Fossil Flora (Belgium) and what they mean for the ecosystems after the Cretaceous-Paleogene mass extinction », *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, mars 2023.



Raphaël Zambon, Boursier FRIA-FNRS, Evolution and Diversity Dynamics Lab, ULiège

Et al.



© Raphaël Zambon

Oscillations de Bloch d'une impulsion non linéaire dans une dimension synthétique



Créer des structures périodiques permet de simuler et d'étudier une grande variété de phénomènes complexes, issus de domaines aussi variés que la physique du solide et la photonique. Une manière originale de créer une structure périodique en photonique est de réaliser une dimension synthétique au sein d'un résonateur optique : chaque mode optique est associé à un site d'un réseau fictif sur lequel évolue le système. C'est dans ce contexte

que deux laboratoires de l'ULB ont implémenté une dimension synthétique pour la lumière, en présence de dissipation et de non-linéarités. En créant une impulsion lumineuse par le biais d'effets non linéaires (un soliton de cavité), ils ont démontré l'existence d'oscillations (dites de Bloch) permanentes, malgré les effets préjudiciables de la dissipation. Cette découverte ouvre la voie à l'étude et la modélisation de phénomènes complexes issus de la physique du solide et difficilement accessibles dans leur environnement naturel.

« Bloch oscillations of coherently driven dissipative solitons in a synthetic dimension », *Nature Physics*, avril 2023.



Nicolas Englebert, Chercheur postdoctorant (projet EOS), ancien Boursier FRIA-FNRS (jusqu'en septembre 2022), Service OPERA-Photonics, ULB

Nathan Goldman, Maître de recherches FNRS, CENOLI, ULB

Simon-Pierre Gorza, Promoteur projet EOS, Service OPERA-Photonics, ULB

François Leo, Chercheur qualifié FNRS, Promoteur projet EOS, Service OPERA-Photonics, ULB

Et al.

La « Soirée fondamentale ! » du FNRS aura lieu le 25 octobre 2023 à Bozar

Deuxième édition de cet événement, après un premier succès en 2018. Une nouvelle occasion exceptionnelle de rassembler la communauté de chercheuses et chercheurs FNRS, de mettre la recherche fondamentale et l'excellence scientifique à l'honneur. Cette soirée (sur invitation) aura lieu dans la grande salle de BOZAR (Bruxelles).

- De 19h à 20h30 : séance officielle avec présentations, débats et interviews, consacrés à la recherche dans toutes ses dimensions, aux défis que rencontre la communauté scientifique, aux activités et ambitions du FNRS.
- De 20h30 à 22h30 : cocktail dînatoire.

Bozar



Audacious Medical Grants

L'appel pour le premier AMG-Neuro a été ouvert le 23 mai. Il se clôture le 6 juillet. Les projets pourront démarrer le 1^{er} janvier 2024, après validation par le C.A. du FNRS. Ils porteront sur les neurosciences au sens large à l'exception des sciences cognitives et des cancers du système nerveux.

Les projets soumis dans le cadre de cet appel doivent permettre :

- une meilleure compréhension du système nerveux et de ses pathologies, et/ou
- le développement de nouvelles pistes thérapeutiques, et/ou
- une amélioration de la prévention ou de la détection des pathologies du système nerveux.

Le financement peut être sollicité pour un maximum de 24 mois et pour un montant maximal de 120.000 euros.

Le deuxième appel AMG Oncologie s'est quant à lui refermé le 1^{er} mars. Les projets pourront démarrer le 1^{er} octobre 2023.

L'Audacious Medical Grant est un outil de financement permettant de soutenir des projets de recherche médicale ou biomédicale ayant un caractère original et audacieux mais qui ne trouvent pas de soutien dans les circuits de financement traditionnels en raison d'un manque de données préliminaires, de l'absence de travaux antérieurs ou d'une méthodologie inhabituelle.

Consulter le mini-guide AMG-Neuro



WelCHANGE : un nouveau programme de financement FNRS

Ce programme est destiné à financer des projets en Sciences humaines et sociales ayant des impacts sociétaux potentiels. L'objectif est de permettre notamment le développement de projets dans des thématiques stratégiques sociétales, comme les grandes transitions, ainsi que l'émergence d'approches interdisciplinaires. Ces projets, qui peuvent être mono- ou pluri-universitaires, doivent être portés par une promotrice ou un promoteur principal(e) en SHS, en collaboration possible avec des co-promotrices ou co-promoteurs en SVS ou SEN. Le programme WelCHANGE FNRS offre un soutien financier sur 4 ans, incluant des frais de fonctionnement, des frais de personnel et du petit équipement. L'appel a été ouvert le 6 avril et s'est refermé début juin. Les décisions d'attribution seront prises par les organes décisionnels du FNRS en fin d'année civile. Les projets WelCHANGE pourront démarrer le 1^{er} janvier 2024.



L'info express pour les chercheuses/chercheurs FNRS et les promotrices/promoteurs.

Le 8^e numéro du FNRS.express a été envoyé en mai. Cette newsletter électronique est diffusée quatre fois par an pour communiquer des informations pratiques sur l'administration du FNRS, les décisions du Conseil d'Administration du FNRS et de ses fonds associés, l'ouverture des appels mais aussi des résultats d'études réalisées par le FNRS.

Le prochain numéro sera envoyé fin juin après les différents Conseils d'Administration et Comités de gestion de la fin de l'année académique.

 Retrouvez toutes les éditions du FNRS.express sur www.fnrs.express.



Commissions scientifiques

Les Commissions scientifiques se sont réunies du 4 mai au 13 juin pour évaluer les dossiers de candidature déposés. 37 Commissions réparties en : Bourses & Mandats, Télévie, Wel-T, Subsidés pour publications scientifiques. Les bourses et mandats démarreront le 1^{er} octobre 2023.



Le FNRS adhère à la charte panels inclusifs



Comme prévu dans son Plan d'égalité de genre, le FNRS a adhéré à la Charte sur les panels inclusifs. Le FNRS s'engage ainsi à prêter une attention toute particulière à la mixité de ses panels, tant en termes de genres, que de générations et d'origines.

 Information à retrouver sur le site du FNRS



INCLUSIVE
PANELS

fnrs
LA LIBERTÉ DE CHERCHER

Le Télévie 2023 s'est clôturé sur un montant exceptionnel...

11.229.081,08 € ! C'est le montant récolté lors de cette 35^e édition. Une somme qui sera intégralement reversée à la recherche contre le cancer. « Soutenir le Télévie, c'est soutenir la recherche fondamentale dans le domaine de la cancérologie... c'est grâce à cette recherche que l'on va pouvoir ouvrir ou renforcer de nouvelles voies thérapeutiques », a déclaré Véronique Halloin, Secrétaire générale du FNRS, lors de la soirée de clôture le 22 avril à Louvexpo. « Cette générosité exprime la confiance des Belges dans la recherche scientifique », a-t-elle ajouté. La Commission scientifique Télévie s'est tenue le 22 mai et a sélectionné les chercheuses et chercheurs ainsi que les projets qui bénéficieront d'un financement. Rendez-vous après le C.A. du 20 juin pour connaître les résultats. Les projets débiteront en octobre.



Talent in demand: The potential of doctorate holders

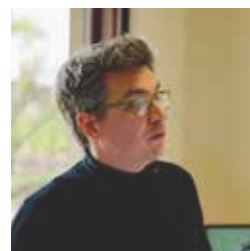
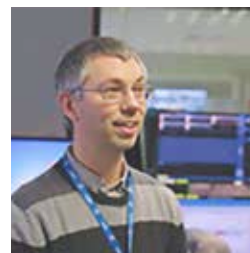
Cet évènement était organisé le 18 avril par l'Observatoire de la Recherche et des Carrières Scientifiques (ORCS) et ECOOM afin de faire dialoguer les universités, les employeurs, les responsables politiques, les chercheurs et les chercheuses autour de questions liées aux carrières scientifiques et à l'insertion professionnelle des titulaires de doctorat en dehors du milieu académique. Au cours de cette matinée, plusieurs personnalités sont intervenues, parmi lesquelles Véronique Halloin, Secrétaire générale du FNRS, Valérie Glatigny, Ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche en Fédération Wallonie-Bruxelles et Carthage Smith, Directeur du Forum mondial de la science (OCDE). Les différentes parties prenantes ont également pu procéder à des échanges constructifs. Les diverses pistes de réflexion donneront lieu à des communications et publications qui seront rapidement accessibles à toutes et tous.

Deuxième saison de l'émission Z Science sur Canal Z

Avec Z Science, le FNRS va à la rencontre de femmes et d'hommes qui contribuent quotidiennement à faire progresser la recherche scientifique. Des chercheuses et des chercheurs qui, pour cette deuxième saison, nous ont accueillis dans leur environnement de travail pour nous parler de leur objet de recherches, mais aussi de leurs équipes, des moyens dont ils disposent, de la nécessité d'être financé(e)s et soutenu(e)s, de l'importance de la recherche fondamentale pour la société dans son ensemble, quel que soit le domaine.

9 émissions, diffusées chaque mercredi soir depuis le 3 mai et jusqu'au 28 juin sur Canal Z et qui abordent les thèmes suivants : les recherches biomédicales destinées à mieux comprendre la leucémie ; l'importance de la recherche fondamentale et du financement de la recherche à l'échelon européen ; la physique des particules ; la biologie cellulaire ; la recherche en musicologie ; l'épidémiologie moléculaire ; la recherche en sciences humaines et sociales ; en neuropsychologie ; en phonétique.

 Elles sont à retrouver sur le site du FNRS ou de Canal Z



Le FNRS expliqué en 2'30" dans un reportage de la Loterie nationale

Ce petit reportage a été diffusé le 22 avril sur la RTBF. Il s'inscrit dans le cadre d'une série de capsules consacrées aux organismes soutenus par la Loterie nationale. L'objectif était d'expliquer la mission et le fonctionnement du FNRS, avec un focus sur le Télévie et la recherche fondamentale en cancérologie. Deux intervenantes : Véronique Halloin, Secrétaire générale du FNRS et Sophie Lucas, Professeure, Promotrice Télévie, Chercheuse en cancérologie et immunothérapie.



Écrivez-nous



Les chercheuses et chercheurs sont très souvent sollicité(e)s par les médias. Parce que la parole scientifique est précieuse, éclairante et éclairée, il est important que nous-mêmes, au sein du service communication du FNRS, nous puissions connaître vos recherches, orienter les journalistes vers le bon interlocuteur, se faire le relais fidèle de vos travaux sur les réseaux sociaux. N'hésitez donc pas à nous écrire pour nous tenir au courant de vos publications, participations à des colloques, Prix ou interventions dans les médias. Nous nous ferons un plaisir de mettre votre travail en valeur.

 Écrivez-nous à communication@frs-fnrs.be



Calendrier des appels :

Appels internationaux

TITRE	OUVERTURE	CLÔTURE RESEAU	CLÔTURE E-SPACE	DESCRIPTION
GreenEraHub 1 st call	05/05/2023	07/09/2023	14/09/2023	Contributions towards a sustainable and resilient agri-food system.
TRANSCAN-3 (JTC 2023)	09/05/2023	21/07/2023	28/07/2023	Translational research on cancer epigenetics.
Crisis – Perspectives from the Humanities (CHANSE & HERA call)	26/05/2023	21/09/2023	28/09/2023	Transnational consortia and humanities-led proposals addressing innovative outlooks on the phenomena of crises past and present.
Enhancing well-being for the future (CHANSE & NORFACE call)	26/05/2023	21/09/2023	28/09/2023	Variety of perspectives and disciplines in social sciences, encouraging multi-disciplinarity and providing opportunities for pan-European research.
Biodiversa + Nature-Based Solutions (NBS)	11/09/2023	09/11/2023	16/11/2023	Better knowledge to develop, deploy and assess nature-based solutions.
Weave – Appel «Encouragement de projets» du Fonds National Suisse de la Recherche Scientifique (SNSF)	01/07/2023	02/10/2023	09/10/2023	Possibilité pour les chercheurs de la Fédération Wallonie-Bruxelles de participer, avec un promoteur éligible suisse, à l'appel à projets du SNSF sur base d'un projet bi- ou trilatéral dans le cadre de l'initiative Weave.
PINT-BILAT-M: CASS (Chine)	Juillet 2023		29/09/2023	Appel bilatéral à projets 2023 de mobilité avec la Chine (sciences sociales).
PINT-BILAT-M: PAS (Pologne)	Juin-juillet 2023		29/09/2023	Appel bilatéral à projets 2023 de mobilité avec la Pologne.
PINT-BILAT-M: FAPESP (Brésil)	Juin-juillet 2023		29/09/2023	Appel bilatéral à projets 2023 de mobilité avec le Brésil (État de São Paulo).
PINT-BILAT-M: JSPS	30/06/2023		29/09/2023	Appel bilatéral à projets 2023 de mobilité avec le Japon.

fnrsawards

Appels Prix & Mécénats

TITRE	OUVERTURE	CLÔTURE RESEAU	MONTANT	DESCRIPTION
Baillet Latour Biomedical Award - Cancer	03/04/2023	30/06/2023	1.000.000 €	Programme de recherche de 5 ans destiné à des chercheurs indépendants pour mener des recherches biomédicales en Belgique et consolider leur équipe.
Prix Lambertine Lacroix - Affections cardio-vasculaires	05/06/2023	02/10/2023	30.000 €	Récompense un travail de recherche fondamentale sur les affections cardio-vasculaires, de préférence avec implication translationnelle.
Bourses SofinaBoël	Septembre 2023	Novembre 2023	10.900 € / 20.800 €	Bourses de mobilité à destination de doctorants pour effectuer un séjour de recherche de 6 ou 12 mois à l'étranger (hors USA).
Gagna & Van Heck Prize for Incurable Diseases	23/10/2023	15/01/2024	75.000 €	Récompense un scientifique ou un médecin, en reconnaissance d'un travail de recherche qui a contribué au traitement d'une maladie actuellement incurable, ou qui a suscité l'espoir de guérir une maladie.

Chaque jour, les chercheuses et chercheurs FNRS sont interpellé(e)s. Les presses écrite, radio ou télévisée les invitent, les interrogent. Porteurs d'arguments et d'éclairages, ils alimentent les débats d'idées et clarifient les problématiques de société. Nos chercheurs s'impliquent. Sur tout, partout...

Extraits.

moustique

La nostalgie du sommeil de ses vingt ans

« Les plus âgés sont moins flexibles

sur leurs heures de sommeil. Ils ont aussi la nostalgie du sommeil de leurs 20 ans. Or quand on se dit qu'on a mal dormi, on se sent moins bien. La perception du temps dormi par rapport à ce qu'on mesure est souvent fautive. Pour une partie des insomniaques, il suffit ainsi de traiter la perception qu'ils ont de leur sommeil. (...) On est plus exposé à des maladies qui sont des conséquences de ces troubles du sommeil ou la cause elle-même de ces troubles. (...) Fumer, être en surpoids, ne pas bouger, mal dormir sont en fait des facteurs conjoints qui risquent de faire mal vieillir. Les apnées et les insomnies sont tellement répandues de nos jours qu'on pourrait remplir les cliniques du sommeil pendant quinze ans. »

Gilles Vandewalle, Maître de recherches FNRS, ULiège |
28 février 2023



l'avenir

Crimes contre l'humanité et crimes de guerre

« Il y a beaucoup d'éléments qui prouvent le crime de guerre ou le crime contre l'humanité. Un crime contre l'humanité n'est pas forcément commis en temps de guerre. Cela peut être l'attaque systématique contre la population civile. (...) Devant la CPI, le crime contre l'humanité et le crime de guerre peuvent être cumulatifs. »

Raphaël Van Steenberghe, Chercheur qualifié FNRS, UCLouvain |
23 février 2023

LE VIF

Le Belge malade de ses mauvaises habitudes

« Après une croissance plus lente, observée entre 1955 et 1970, l'espérance de vie augmente à nouveau plus franchement et régulièrement, grâce notamment au recul important des maladies cardiovasculaires et à l'adoption de comportements individuels davantage favorables à la santé. Cette nouvelle phase a conduit à faire de la transition épidémiologique le premier moment d'un mouvement plus vaste, la transition sanitaire. »

Thierry Eggerickx, Directeur de recherches FNRS, UCLouvain |
12 mars 2023

bel RTL

Objectif de Juice : analyser les lunes qui gravitent autour de la planète gazeuse

« C'est extrêmement intéressant parce qu'elles sont en théorie trop loin du soleil pour accueillir l'eau liquide et pourtant cet incroyable effet de marée fait qu'il y a de l'eau liquide autour de Jupiter. (...) C'est une grosse mission et on veut vraiment pouvoir se mettre en orbite autour de Jupiter mais en plus, chose unique, se mettre en orbite autour de Ganymède. »

Bertrand Bonfond, Chercheur qualifié FNRS, ULiège, RTLinfo 13h |
12 avril 2023

France : de nombreux dauphins échoués et une compétition extrêmement importante entre l'homme et les cétacés

la 1ère

« Il y a vraiment une surexploitation des stocks de pêche. On appelle ça une surexploitation halieutique. Donc, malgré un effort de pêche qui est de plus en plus intense au niveau mondial, ce que l'on ramène à terre est constant. On a atteint un plateau, ce qui veut dire qu'il y a une compétition extrêmement importante entre l'homme et les cétacés – dans le cas présent, les dauphins communs – pour certaines espèces de poissons. Il y a donc une compétition plus importante, les dauphins essaient de se rapprocher justement des endroits où ils trouvent leurs proies et les pêcheurs font de même. »

Krishna Das, Maître de recherches FNRS, ULiège, Matin Première |
15 mars 2023

moustique

Cancer : comment arrêter la mortelle randonnée des métastases ?

« Pour éviter les métastases, une solution pourrait donc être de "brouiller les radars" en exposant les senseurs à un blocage par le biais de molécules thérapeutiques. Les stratégies visant à inhiber le superoxyde, d'une part, et les senseurs de destination, d'autre part, apparaissent comme complémentaires. En effet, des progéniteurs métastatiques qui échapperaient à l'action du MitoQ et réussiraient malgré tout à quitter la tumeur primaire pourraient être condamnés à errer et à mourir dans le torrent circulatoire grâce à l'inactivation d'un senseur de destination. Ce qui serait un progrès majeur. »

Pierre Sonveaux, Directeur de recherches FNRS, UCLouvain |
1^{er} avril 2023



Le covid toujours sous la loupe

« On a commencé, en collaboration avec d'autres universités, l'UNamur notamment, à étudier quelles étaient les molécules qui pouvaient empêcher cette liaison (ndlr : entre le virus et les cellules humaines) et on a trouvé une molécule intéressante qui bloque fortement cette interaction. (...) On a trouvé une molécule (ndlr : composée de résidus sucrés) qui avait une belle efficacité. (...) On s'est rendu compte que les sucres en surface de nos cellules étaient les premières cibles du virus, le virus se liait au sucre et ensuite allait dans nos récepteurs principaux. »

David Alsteens, Chercheur qualifié FNRS, Promoteur WELBIO WELRI, UCLouvain, Les Éclaireurs |
25 avril 2023



L'Onu alerte sur le retour imminent d'El Niño

« Les effets d'un tel phénomène sur le continent européen sont plus incertains... Mais les probabilités qu'un El Niño se produise prochainement sont très élevées. En effet, pendant plusieurs années, c'est le phénomène opposé – La Niña – qui caractérisait la situation du Pacifique. La Niña provoque les effets inverses ainsi qu'une baisse des températures. El Niño et La Niña sont "deux facettes d'un même phénomène" avec une "oscillation" entre les deux. (...) Différents indices permettent de mesurer la température dans le Pacifique équatorial. Aujourd'hui, ces températures augmentent, donc on s'approche très certainement d'un El Niño. (...) C'est le même principe que nos prévisions météo. »

Hugues Gosse, Directeur de recherches FNRS, UCLouvain |
4 mai 2023

LE SOIR

Garder le secret sur une maladie est un fardeau inutile

« Quand on est dans une situation professionnelle difficile, mentionner que "pendant une certaine période, je serai moins disponible", ou plus fatigué, c'est essentiel. Alors qu'un problème de santé, la vôtre ou celle d'un proche, vous prend toute votre énergie, garder le secret est un fardeau inutile. Si les dirigeants et les patrons pouvaient comprendre ça, ce serait formidable. Ils découvriraient qu'une personne qui va mal, mais se force à travailler tard, finira par être hors-service un jour, et pour longtemps. L'aspect économique, souvent, a plus d'impact que l'aspect psychologique. Enfin, c'est malheureusement encore beaucoup trop dans l'urgence que l'on s'occupe de la santé de la population, jamais à long terme. Quand on donne les chiffres terrifiants de la santé mentale chez les jeunes, le politique s'alarme de la situation, mais dès que ça va mieux, il se détourne de la question. La santé doit être une préoccupation constante. »

Olivier Luminet, Directeur de recherches FNRS, UCLouvain |
8 avril 2023



Cohabiter avec le loup, une possibilité ?

« Les attaques passées de l'animal sur l'homme sont les conséquences du comportement de loups "déviant". Des loups soit contaminés par la rage, incurables, soit habitués à manger de la chair humaine sur les nombreux champs de bataille de l'époque. Le statut d'animal protégé du loup est remis en question dans plusieurs pays. Sa présence, bonne nouvelle pour la biodiversité, reste une inquiétude bien réelle pour les éleveurs de la région qui voient leurs troupeaux menacés. (...) La cohabitation avec le loup devra passer par une déconstruction des idées reçues. »

Julie Duchêne, Boursière FRESH-FNRS, UNamur, Déclic |
2 mai 2023

alter·échos

Trip sous psychédéliques : la promesse thérapeutique. A quoi ressemblerait un trip assisté par des psys ?

« Le but étant de voir avec les thérapeutes comment cette expérience où le cerveau explore des champs inconnus de la conscience permet de reconfigurer certains schémas de pensées et comportementaux qui peuvent être dysfonctionnels. »

Laetitia Vanderijst, Aspirante FNRS, ULB | 13 mars 2023

Non, donner l'antibiotique azithromycine n'aurait pas "sauvé" des milliers de personnes mortes du Covid



« Au tout début de la pandémie au printemps 2020, il y a eu une sur-prescription d'antibiotiques au niveau mondial. En tant que spécialistes, on avait en mémoire la pandémie de grippe espagnole, et, dans les esprits, on ne mourrait pas du virus mais des surinfections bactériennes. Du coup, on prescrivait beaucoup d'antibiotiques. Et puis, on s'est évidemment aperçu que le Covid était associé à cette hyper inflammation. (...) Il est important d'identifier des surinfections bactériennes pour la prise en charge du patient et son pronostic. Mais, depuis deux ans, on n'a pas vraiment évolué pour identifier quel patient va avoir une surinfection. (...) Tous les marqueurs classiques qu'on a à notre disposition hors Covid ne sont pas des bons prédictors dans le Covid. (...) On n'a pas de facteurs cliniques de comorbidité qui puissent prédire non plus qui va faire une surinfection. »

Nicolas Dauby, Spécialiste Postdoctorant FNRS, ULB |
16 mai 2023



Le journal du
Médecin

Faut-il réhabiliter la conscience phénoménale ?

« Nous pensons que l'individu attribue toujours une valeur à ses états de consciences et que cette valeur a un rôle fonctionnel, qu'elle est le moteur de toute action intentionnelle. »

Axel Cleeremans, Directeur de recherches FNRS, ULB |
1^{er} juin 2023

Avenirs de sciences

Parlez-nous d'avenir(s)... C'est une fameuse gageure, une requête ambitieuse, une injonction audacieuse... Demander à des chercheuses et chercheurs de se projeter, d'imaginer le futur de leur domaine de recherche, peut paraître a priori peu compatible avec la démarche scientifique, dont les résultats sont difficiles à anticiper.

Mais les défis auxquels la recherche fondamentale sera confrontée demain se profilent déjà, ils se dessinent avec pour esquisse les interrogations d'aujourd'hui. Comment développer des matériaux plus respectueux de l'environnement ? L'histoire doit-elle être (ré)étudiée à l'aune des questions de genre et de décolonisation ? Qui succèdera à Hubble et James Webb pour observer l'univers ?

Ce sont quelques-unes des questions abordées dans ce dossier, sous un éclairage qui n'a pour ambition ni l'exhaustivité ni une parfaite représentativité mais avec le souci constant de se placer sur le plan épistémologique, d'interroger la méthode, les approches, les outils, les procédés, les techniques de plusieurs champs de recherche pour les années à venir. La recherche fondamentale (qu'elle concerne l'histoire, la physique, la chimie, ou bien encore les sciences biomédicales) nécessitera parfois l'acquisition de nouvelles compétences, avec, partout, une transdisciplinarité quasi indispensable.

Enfin, il faudra composer avec cette invitée tout terrain, celle qui subjugue autant qu'elle effraie : l'incontournable intelligence artificielle, susceptible de se transformer en véritable alliée ou en ennemie redoutée. Transdisciplinarité, intelligence artificielle et à certains égards Open Science : des défis transversaux sur lesquels chaque article s'attardera en particulier. C'est un dossier dense, prospectif et riche en questionnements que vous découvrirez au fil de ces pages.



Des lunes et au-delà

La Lune, mais aussi bien d'autres lunes, seront au centre de l'attention des scientifiques. Ce qui n'empêchera pas la recherche et l'étude des exoplanètes et le développement d'une nouvelle astronomie par ondes gravitationnelles.

Le retour de l'Homme sur la Lune, c'est pour bientôt, 2025 en principe. En témoignent les essais de lancement du lanceur géant *Starship* depuis le Texas. C'est lui en effet que la NASA a sélectionné pour assurer le transport d'abord de matériel puis d'astronautes vers la Lune. Tel est bien en effet l'objectif du programme américain *Artemis* (auquel l'ESA participe également) : retourner sur la Lune et surtout y rester - les équipages se succéderont au sein d'une base permanente - pour l'explorer de manière quasi-continue. Mais si la technologie nécessaire est rodée autour de notre satellite naturel, c'est bien l'exploration

de Mars qui est visée à long terme, sans doute une vingtaine d'années.

Mars, la planète qui continue à retenir toute l'attention des scientifiques. « *Son exploration va se poursuivre*, constate Véronique Dehant, Cheffe de service à l'Observatoire royal de Belgique, Professeure extraordinaire à l'UCLouvain, et Prix quinquennal FNRS en 2020. *Mais pas à l'aide de nouvelles sondes, plutôt en exploitant les échantillons collectés par le rover Perseverance qui y est actuellement.* » Lesquels sont stockés sur Mars en attente d'être rapatriés sur Terre. Une mission américano-européenne de récupération s'étalera jusqu'à la fin

de la décennie. Un rover spécial, *Fetch*, réalisé par Airbus, sera lancé à cette fin sans doute en 2026. A charge pour lui de récolter les tubes métalliques où *Perseverance* a logé ses échantillons, de les regrouper dans un conteneur et de placer celui-ci sur une fusée qui le mettra en orbite autour de Mars. Où il sera récupéré par l'*Earth Return Orbiter* développé par l'ESA à destination de la Terre.

Sans oublier la suite du programme *ExoMars* de l'ESA, destiné surtout à chercher des traces de vie passée sur la planète. Un programme russo-européen victime de la guerre en Ukraine puisqu'il

n'a pas été lancé comme prévu en 2022. « Les Européens doivent maintenant construire les composants non fournis par la Russie, explique Véronique Dehant. Dont l'atterrisseur qui déposera sur la surface un rover appelé Rosalind Franklin, du nom de la scientifique qui a participé à la découverte de la structure de l'ADN. Il devra pratiquer des sondages dans le sol martien – au choix desquels participe Emmanuelle Javaux de l'ULiège. Mais le lancement ne se fera sans doute pas avant 2028. » Enfin, une mission euro-japonaise (MMX, *Martian Moons Exploration*) devrait partir l'an prochain non à destination de la planète elle-même mais bien de Phobos, la plus grande des deux lunes de Mars.

Les lunes encore et toujours dans le futur. Encélade, une lune de Saturne et surtout celles de Jupiter : la sonde *Juice* (*Jupiter ICy moons Explorer*) a décollé le 14 avril dernier pour atteindre son objectif en 2031. « Beaucoup de chercheurs belges sont impliqués dans cette mission qui a pour but principal d'étudier trois des lunes de la planète, Ganymède, Europe et Callisto, remarque Véronique Dehant. Pour que la vie puisse se développer, il faut trois ingrédients : de l'énergie, de l'eau liquide et des nutriments. Or il semblerait qu'ils soient réunis sur ces trois lunes où

d'épaisses couches de glace en surface abritent de l'eau potentiellement en contact avec la roche. » Ganymède, pour sa part, présente une autre caractéristique qui suscite tout l'intérêt des chercheurs : elle est la seule lune du système solaire à posséder un champ magnétique. C'est notamment Bertrand Bonfond, Chercheur qualifié FNRS (ULiège), qui a mis celui-ci en évidence grâce à ses recherches sur les aurores polaires dans le système jovien.

Véronique Dehant pointe enfin un autre type d'exploration, celle vers les astéroïdes. « En septembre dernier, la sonde américaine *Dart* a impacté un petit astéroïde appelé *Dimorphos*. Le but était de dévier la trajectoire de l'astéroïde et cela a été un fantastique succès. Pour la première fois de son histoire, l'humanité prouvait qu'elle était capable de se prémunir contre la chute d'un tel objet sur la Terre. » Mais la mission n'est pas finie et les Européens, dont la Belgique une fois encore, seront à la manœuvre pour la seconde partie. « La sonde européenne *Hera* doit décoller en octobre 2024 à destination de *Dimorphos*. Les instruments qu'elle emporte devront étudier les dégâts causés par l'impact de *Dart*, mais aussi la structure interne de l'astéroïde, une autre première », conclut Véronique Dehant.

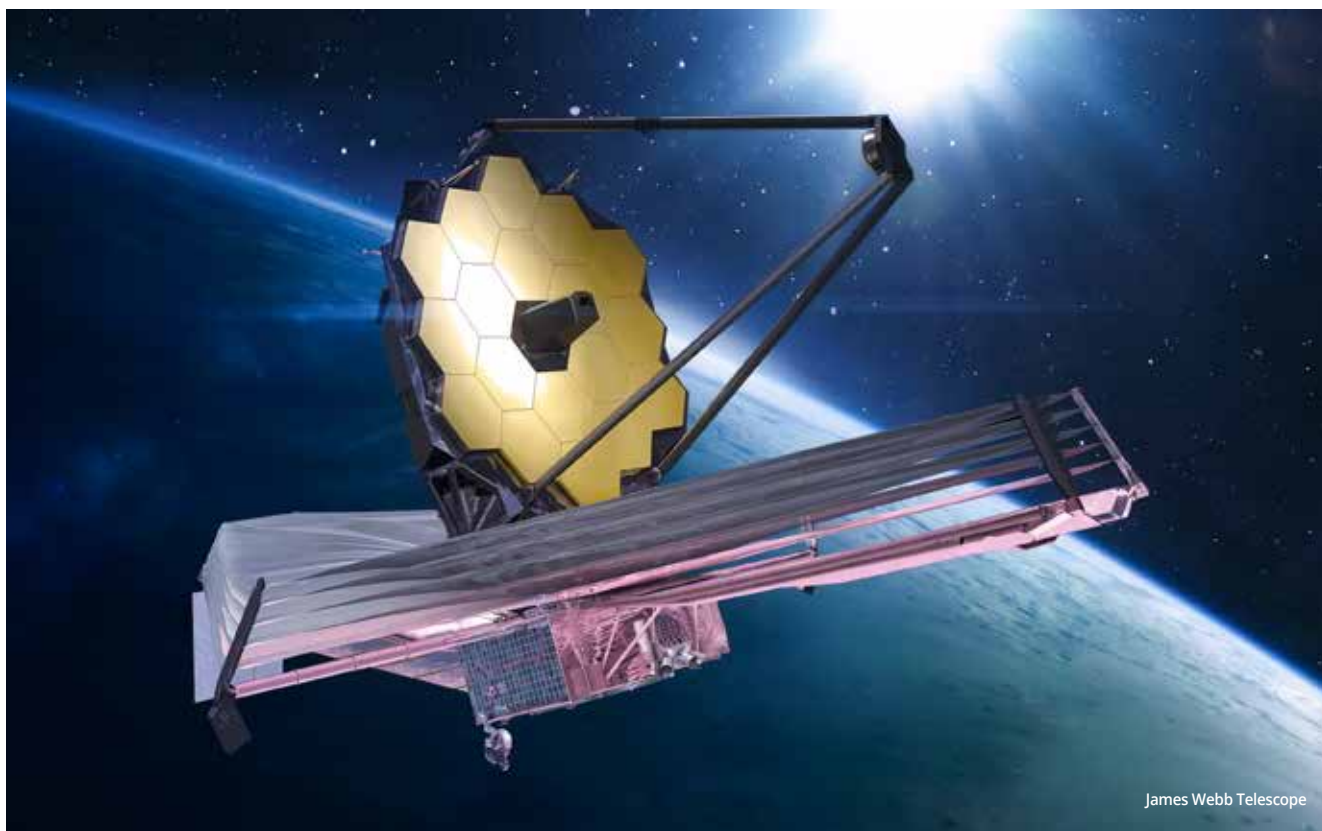
“

Pour que la vie puisse se développer, il faut trois ingrédients : de l'énergie, de l'eau liquide et des nutriments. Or il semblerait qu'ils soient réunis sur ces trois lunes...



Véronique Dehant, Cheffe de service à l'Observatoire royal de Belgique, Prix quinquennal FNRS





James Webb Telescope

Les exoplanètes

La recherche de traces éventuelles de vie extraterrestre occupe aussi l'esprit des chasseurs d'exoplanètes même si ce n'est pas là leur but premier. Prix Francqui en 2021, Directeur de recherches FNRS (ULiège), Michaël Gillon fait partie de ces grands découvreurs d'exoplanètes, dont par exemple le système planétaire de l'étoile TRAPPIST-1. C'est d'ailleurs ce type d'étoiles, appelées naines ultra-froides, qui continue d'attirer l'attention de nombreux chercheurs dont lui-même. « Elles sont importantes du point de vue statistique, confirme-t-il, très nombreuses dans notre galaxie, bien davantage que des étoiles comme notre Soleil. La découverte puis l'étude de planètes autour de ce type d'étoiles sont essentielles pour comprendre l'importance des conditions initiales de la formation planétaire. Heureusement, aujourd'hui, il y a le télescope spatial James Webb qui permet l'étude détaillée de ces planètes. » Car ce qui intéresse avant tout les astrophysiciens, c'est de repérer si ces planètes ont une atmosphère et d'étudier celle-ci. Or leur environnement stellaire est peu favorable : émetteur d'ultraviolets, de rayons X, avec une activité magnétique souvent intense, il laisse peu de chances aux planètes d'avoir conservé une atmosphère. « C'est le but du projet SPECULOOS, d'ailleurs financé en partie par le FNRS, confirme

l'astrophysicien liégeois. On cherche à repérer un maximum de ces planètes puis on étudie leur atmosphère éventuelle avec le James Webb. Pour l'instant, il existe des arguments théoriques tant pour la présence que l'absence d'atmosphère. La seule manière de trancher est d'observer. »

Dans l'avenir, les chercheurs espèrent étudier l'environnement d'étoiles plus massives, de type solaire. « On cherche à détecter des jumelles de la Terre en se disant que la vie a sans doute plus de chances de se développer dans ces conditions, remarque Michaël Gillon. Mais cela va prendre du temps. » Pour y arriver, les chercheurs comptent sur des observations à partir du sol, notamment grâce au spectrographe Espresso monté sur le VLT (Very Large Telescope) situé au Chili. Mais aussi sur son successeur, l'ELT (Extremely Large Telescope), qui devrait être opérationnel à partir de 2027, toujours dans le désert chilien.

La méthode indirecte dite des transits (on cherche à repérer une très légère baisse de luminosité de l'étoile lorsqu'une planète passe entre elle et l'observateur), utilisée dans le programme SPECULOOS, sera également appliquée par le très ambitieux télescope spatial européen Plato (Planetary Transits and oscillations of stars) qui devrait être lancé en 2026. « Il va observer une grande zone de l'espace, la moitié de la voûte céleste, de manière

intensive pendant des années afin de repérer des systèmes planétaires ayant des caractéristiques proches de notre système solaire, notamment la présence de planètes situées dans la zone habitable. » Après, si Plato repère de tels systèmes, les scientifiques auront évidemment envie d'étudier ces planètes. Mais il faudra encore attendre des années. « Pour cela, il faudra recourir à l'observation directe depuis l'espace mais la technologie actuelle ne le permet pas encore. Il y a cependant le projet américain HabEx (Habitable Exoplanet Observatory, le prochain grand télescope de la NASA mais rien n'est décidé ni financé !), un grand télescope spatial couplé à un coronographe externe, une sorte d'anneau qui va être placé à des milliers de kilomètres du télescope pour diminuer la lumière de l'étoile au centre du champ d'observation, laissant les alentours plus visibles. Mais cela devra se faire étoile par étoile. On imagine le temps d'observation que cela va nécessiter... »

L'Europe n'est cependant pas en reste dans le domaine des futurs télescopes spatiaux, notamment avec *Euclid*, qui doit être lancé cet été. Mais ici, le but poursuivi est tout autre : essayer de déterminer l'origine de l'accélération de l'expansion de l'univers. Et ce qui la provoquerait, l'énergie sombre.

Ondes gravitationnelles

Observer depuis l'espace, et plus seulement depuis la Terre, est une tendance qui est à l'œuvre même dans le domaine très récent des ondes gravitationnelles, « nouvelle fenêtre ouverte sur le monde » comme on l'a parfois qualifié. L'hypothèse de leur existence a été émise par Albert Einstein en 1915 ; il démontre que ces ondes se matérialisent sous forme d'ondulations de l'espace-temps se propageant à la vitesse de la lumière. Un siècle plus tard, la première d'entre elles était observée. Pour les détecter, il faut observer des phénomènes qui mettent en jeu des masses énormes. C'est donc vers le ciel qu'il faut se tourner : un nouveau type d'observation de l'univers venait de naître. Maître de recherche FNRS (ULB), Geoffrey Compère est avant tout un physicien théoricien, même si, depuis quelques années, il s'intéresse aux percées observationnelles sur la gravitation, en particulier sur les observations d'ondes gravitationnelles et l'imagerie des trous noirs.

Peut-on dire de cette nouvelle fenêtre qu'elle provoque une révolution comparable à celle des télescopes ? « Pour moi, l'ampleur est similaire, confirme Geoffrey Compère. Avec une grande différence cependant : elle est inaccessible au grand public ; une telle onde ne se voit pas. Mais cela nous permet d'accéder à une partie de l'univers inconnue, non visible avec les télescopes classiques et c'est fascinant. » Le but ici est de remonter aux premiers instants de

l'univers mais un univers noir, avant que la lumière elle-même ne se forme. Pour cela, ces astronomes d'un nouveau genre observent les ondes gravitationnelles émises par des phénomènes cataclysmiques comme les trous noirs, des étoiles qui s'y précipitent, la fusion d'étoiles ou encore des trous noirs dits primordiaux, qui auraient existé dès les premiers instants de l'univers.

Pour atteindre ces objectifs, les scientifiques misent notamment sur le réseau *LISA* (Laser Interferometer Space Antenna) qui sera – en 2034 ? - le premier observatoire spatial d'ondes gravitationnelles. Un projet de l'ESA auquel participe Geoffrey Compère. Ici aussi, on quitte la Terre pour installer les instruments dans l'espace. « Il s'agit d'une configuration de trois satellites situés en triangle à environ 2,5 millions km les uns des autres, précise Geoffrey Compère. L'ensemble constitue ainsi un interféromètre géant qui pourra détecter des ondes gravitationnelles de basse fréquence non observables sur Terre avec les interféromètres actuels. Le but est d'observer des objets très massifs tels des trous noirs au centre de galaxies. Mais aussi de tester la relativité générale dans des champs gravitationnels forts. »

L'autre programme auquel travaille Geoffrey Compère est le *EHT* (Event Horizon Telescope). Retour sur Terre cette fois puisqu'il s'agit d'un ensemble de radiotélescopes (ils observent l'espace dans le domaine des ondes radio) déjà opérationnel mais qui se complète jusqu'à former l'équivalent d'un télescope ayant la taille de la Terre. Il a déjà permis



 **Michaël Gillon**, Directeur de recherches FNRS, ExoTIC, ULiège, Prix Francqui



 **Geoffrey Compère**, Maître de recherches FNRS, Service de Physique Théorique et Mathématique, ULB

de capter l'image du trou noir occupant le centre de notre galaxie.

Enfin, comment ne pas mentionner le projet du Télescope Einstein, le futur observatoire d'ondes gravitationnelles à l'étude en Europe, qui sera peut-être un jour érigé en région liégeoise !

 **Henri Dupuis**

Transdisciplinarité

Nos intervenants sont unanimes : si la science reste très spécialisée et que l'expertise se fait dans des domaines très précis, chaque étude requiert différentes expertises. Ce sont de grandes collaborations internationales où se côtoient des physiciens, mathématiciens, ingénieurs, géologues, etc. La liste est longue.

Open Science

Ici aussi, la transparence et le partage sont la règle, même si les données de missions restent, pendant 6 mois seulement, la propriété de ceux qui ont développé les instruments. Les données brutes sont ainsi d'abord analysées afin d'extraire tous les « bruits de fond », de fournir à la communauté des résultats exploitables. Même les logiciels utilisés sont en open access.

Intelligence artificielle

Pour ne pas rater les signaux les plus pertinents parmi les millions de données envoyées par les instruments, les scientifiques utilisent évidemment des programmes intelligents qui ont appris par eux-mêmes à reconnaître différentes classes de signaux. Ils explorent les données pour guider les chercheurs qui sont en dialogue permanent avec ces machines. Un dialogue et certainement pas un remplacement.

Quel futur pour la science du passé ?

Histoire sans fin que celle de la recherche en histoire. Elle exhume et décrypte les événements du passé. Les lit et les relit en affinant son regard et en multipliant ses points de vue par une attention renouvelée à certains éléments invisibilisés et par une méthodologie plus englobante.

“

Ce qui fait de l'histoire une science interprétative et c'est pour cela qu'elle est toujours à reprendre, à refaire.

A se retourner sur le passé, pour collecter et établir les événements, puis les interpréter avec le plus de certitude possible et les mettre en récit, les disciplines du champ historique sont depuis longtemps conscientes d'œuvrer à leur science depuis un lieu qui est le leur. C'est-à-dire depuis un présent, une zone géographique, une formation, une culture, etc. Déjà l'historien des sciences Alexandre Koyré (1892-1964) écrivait en 1946 : « *Il nous faudra toujours réécrire et re-reconstruire l'histoire de notre passé.* »¹ Simplement – et c'est ce qui fait aussi toute la complexité des sciences historiques – parce que le rapport au passé se fait toujours au présent. En tout état de cause, quelle que soit l'impression que le grand public en ait, l'histoire est une science dynamique, en actualisation permanente. « *D'un point de vue épistémologique, il y a deux*

niveaux à distinguer même si c'est parfois difficile de les démêler : il y a l'histoire telle qu'elle s'est déroulée, c'est-à-dire l'histoire événement, et puis il y a la manière dont nous tentons de saisir ces événements. Pour les comprendre, l'historien ou l'historienne travaille d'abord sur les sources que sont les archives, les documents d'époque, en les recoupant, en vérifiant leur exactitude et en opérant une mise en ordre chronologique. L'autre aspect du travail historiographique c'est de mettre en récit ces événements passés. C'est par cette mise en récit que l'historien ou l'historienne est à même de les expliquer, de rendre compte de la spécificité des lieux et des époques, de la logique des acteurs et des actrices, et plus largement des structures économiques, sociales et culturelles. Cette contrainte narrative de l'histoire comme discipline scientifique est indépassable. Il y a un écart constitutif entre l'histoire événement et l'histoire

(1) In Philosophie de l'histoire, 1946.

comme discipline. Ce qui fait de l'histoire une science interprétative et c'est pour cela qu'elle est toujours à reprendre, à refaire », éclaire Louis Carré, Chercheur qualifié FNRS en Philosophie sociale et politique (UNamur).

Les conditions de production

Cette critique historique se double d'une histoire critique, d'une histoire réflexive. C'est-à-dire que l'historien, l'historienne est de plus en plus amené(e) à réfléchir, d'avantage que par le passé, sur sa propre pratique historiographique. « Réfléchir de manière critique sur sa pratique suppose au moins deux choses. D'une part, de se pencher sur les conditions de production du savoir historique. Celui-ci est toujours un savoir situé dans son époque. Ainsi les études post-coloniales ont remis en cause l'eurocentrisme de la discipline historiographique en rappelant que l'Europe n'est qu'une partie du monde aux côtés d'autres. Il ne s'agit pas

seulement de "relocaliser" l'Europe mais aussi de prendre en compte le fait que les catégories dont se servent les historiens et les historiennes sont elles-mêmes marquées par une certaine histoire, celle de l'Occident et de ses rapports impériaux. D'autre part, réfléchir à sa pratique suppose aussi de mettre au jour les rapports de pouvoir qui sont implicites dans le discours historique. Ceci est un apport des études historiques de genre, des racisés, des colonisés. Ces points aveugles de l'histoire participent d'un rapport de pouvoir. Ce ne sont pas de simples oublis, cela procède d'un travail d'occultation des autres, des subalternes de manière générale », explique Louis Carré. Comme Walter Benjamin le pointait, toute histoire tend à être l'histoire des vainqueurs. Ce n'est pas un positionnement idéologique. Très concrètement, du point de vue des documents, il n'y a que certains documents d'époque qui nous ont été transmis, pas tous. Il y a peu de traces des existences des dominés.

Intégrer les nouveaux récits à la « grande histoire »

Ces questionnements ne sont pas récents. Déjà l'École des Annales, née dans les années 1930, ambitionnait de sortir des récits historiques dominés par la geste des « grands hommes » et par des questions politico-diplomatiques pour s'intéresser à l'histoire d'autres groupes sociaux. Elle s'est ouverte à l'histoire économique, démographique, culturelle, ethnographique, à l'histoire des mentalités, à l'anthropologie historique, etc. Le marxisme intellectuel visait aussi à s'extraire du regard des dominants. « Le projet des Subaltern Studies, qui date des années 1980, avait pour ambition explicite d'exhumer l'histoire de groupes invisibilisés dans l'histoire tout en critiquant l'hégémonie intellectuelle occidentale. En ce qui concerne les femmes, rappelons qu'ici encore, cela fait plusieurs décennies que l'histoire des femmes existe. Il est vrai que cette histoire a longtemps été marginalisée dans le monde académique, mais aujourd'hui ces études se déploient dans de nombreuses directions, sont portées

par une masse critique de chercheurs, et débordent également vers le grand public », souligne Amandine Lauro, Chercheuse qualifiée FNRS et historienne (ULB) dont les recherches s'articulent au carrefour de l'histoire du pouvoir colonial et de l'histoire du genre et des sexualités. « Cependant, il y a clairement un défi au niveau de la transmission. Dans le grand public, en particulier en Belgique, on a parfois encore l'impression que l'histoire est une affaire de récits de "grands hommes", de guerres et de manœuvres politiques. D'autres perspectives d'histoire sociale, culturelle, etc., pourtant solidement installées dans le monde de la recherche, ont plus de mal à ruisseler », relève-t-elle.

La chercheuse pointe aussi un enjeu important autour de l'intégration de l'histoire de groupes minorisés et d'expériences subalternes dans les « grands » récits historiques. « Si l'on prend par exemple l'histoire des femmes et du genre, on a aujourd'hui des recherches et une production éditoriale importante sur ces sujets, mais qui peinent encore à être intégrées dans des grandes synthèses historiques généralistes. Une tension similaire existe dans l'histoire de la colonisation : même si ce champ de recherches a toujours été dynamique, les connaissances qu'il a produites restent encore souvent mal intégrées, éclaire-t-elle. À mon sens, en découle l'un des défis majeurs qui se posent dans le champ de la recherche historique aujourd'hui, à savoir comment parvenir à combiner dans nos récits plusieurs échelles. D'un point de vue géographique : comment articuler le local et le mondial, une question que l'histoire coloniale pose en particulier. Comme d'un point de vue épistémologique ou thématique : comment articuler des récits "incarnés", sur des thématiques pointues, tout en ne renonçant pas à produire des récits ambitieux proposant une approche globale des sociétés. »



Louis Carré, Chercheur qualifié FNRS, Département de philosophie, UNamur



Amandine Lauro, Chercheuse qualifiée FNRS, Maison des Sciences Humaines, ULB

“
Dans le grand public, on a parfois encore l'impression que l'histoire est une affaire de récits de « grands hommes », de guerres et de manœuvres politiques.



L'histoire, avant d'être inscrite dans ce combat contre la post-vérité, est une science de la vérité.

L'enjeu du local

Le local est un enjeu qui revient dans les propos de chacun et chacune de nos interlocuteurs et interlocutrices. C'est aussi ce que met en exergue Chloé Deligne, Chercheuse qualifiée FNRS (ULB) dans son champ d'action, à savoir l'histoire environnementale. « *Il est crucial de relocaliser les études sur l'histoire de l'environnement. Car du point de vue de l'historien ou de l'historienne, il est pénible de ne voir sortir dans les médias que des grandes théories basées sur des modèles quantitatifs à l'échelle mondiale, qui ont leur utilité mais qui ne montrent pas que, parfois, localement, les choses marchent différemment et que c'est justement cela qui est intéressant. Parce que si on veut considérer que l'histoire est aussi un vivier des possibles, il faut pouvoir montrer, de manière beaucoup plus circonscrite, ce que des sociétés ou des groupes sociaux ont pu faire localement quand ils étaient confrontés à des problèmes environnementaux qui sont parfois vieux comme le monde. La déforestation, par exemple, n'est pas un phénomène qui date d'aujourd'hui. C'est un véritable enjeu de montrer que l'étude locale très pointue est extrêmement importante, aussi pour comprendre les dynamiques et les crises actuelles et pour éventuellement s'en inspirer* », appuie-t-elle. La chercheuse rappelle aussi un autre rôle que joue l'histoire de l'environnement : donner des éléments pour rester critique par rapport aux discours sur l'environnement qui nous sont proposés. « *L'histoire environnementale est extrêmement importante parce qu'elle nous permet de donner un point de vue depuis les sciences sociales, c'est-à-dire qui pose la société, les relations sociales et les inégalités sociales comme des facteurs essentiels*

de ce qu'il s'est passé dans la nature et dans nos rapports à la nature. Mais aussi pour déconstruire les récits globalisants et universels qui nous sont proposés et qui souvent ne tiennent pas compte des rapports sociaux d'inégalités et de dominations. »

Tenir tête à la post-vérité

La perspective critique que permet l'histoire est un enjeu qui semble intemporel. La discipline est depuis toujours une habituée de l'instrumentalisation politique, mais elle prend aujourd'hui des formes inédites, y compris dans des démocraties. « *Les études de genre ou sur la (dé)colonisation sont par exemple caricaturées et délégitimées par certains leaders d'extrême-droite, qui, plus largement, investissent beaucoup le terrain de l'histoire pour le mettre au service de leur vision politique* », rappelle Amandine Lauro. « *Ce n'est pas un hasard si l'histoire est l'un des champs très attaqués par les complotistes, les conspirationnistes et les négationnistes de toutes sortes. Et ce pour des usages politiques de l'histoire. L'histoire est un champ miné, abonde Jérémie Ferrer-Bartomeu, Chargé de recherches FNRS (ULiège). Mais il faut se battre. Car l'histoire, avant d'être inscrite dans ce combat contre la post-vérité, est une science de la vérité. Nous devons établir les faits à partir de sources, à partir d'enquêtes. Nous sommes, avec d'autres sciences évidemment, des chercheurs de vérité ou du moins d'explications crédibles jusqu'à preuve du contraire. C'est cela le chemin de la science, c'est avancer progressivement en prenant en compte des éléments que les amis de la post-vérité ne prennent pas en compte :*

le doute, l'erreur, ... Nous soumettons nos travaux à un contrôle par les pairs. Ce que eux ne font pas. Néanmoins, il est très difficile de démonter ces fake news quand nous ne sommes "que" des historiens. C'est pour cela qu'aujourd'hui, des programmes se mettent en place associant des chercheurs de disciplines variées pour démonter la post-vérité sur les attentats du 11 septembre, les pyramides ou la Shoah, par exemple. C'est le forensic. »

Nous laissons Jérémie Ferrer-Bartomeu conclure cette belle traversée des défis principaux de la recherche en histoire, aujourd'hui et demain. « *Il n'y a pas de recherche solitaire, rappelle-t-il. Il y a de la recherche collective, inscrite dans une communauté qui se nourrit des travaux des uns et des autres. Une recherche évidemment structurée par les enjeux sociétaux qui vont nous donner notre agenda de recherches. Et puis, derrière, nous nous organisons de la manière la plus autonome possible pour pouvoir y répondre scientifiquement et être utiles.* »



Madeleine Cense





“

C'est un véritable enjeu de montrer que l'étude locale très pointue est extrêmement importante.



Jérémie Ferrer-Bartomeu,
Chargé de recherches FNRS,
Département des sciences
historiques, ULiège



Chloé Deligne, Chercheuse
qualifiée FNRS, Maison des
Sciences Humaines, ULB

Transdisciplinarité

« En Belgique c'est assez bien établi, mais il reste quelques frontières disciplinaires. Avec l'histoire du droit ou les facultés de sciences. En fait, le découpage facultaire vient parfois dresser des murs là où il serait intéressant de bâtir des ponts. Au sein des facultés de lettres, philo, histoire, les liens sont nombreux car les collègues sont souvent dans les mêmes bureaux, ils partagent des cours en commun, c'est plus fluide », éclaire Jérémie Ferrer-Bartomeu.

Intelligence artificielle

« En histoire, notre problématique est celle de la mise en système d'information des données du patrimoine, au moyen de la numérisation mais aussi en entrant les données contenues dans ces sources dans des bases de données. A cela s'ajoute l'océrisation, c'est-à-dire la reconnaissance optique de caractères dans une image par une machine qui les transforme en texte. C'est d'autant plus utile pour les textes manuscrits qui sont parfois foisonnants. De là découle un autre enjeu qui est de savoir comment on pose de bonnes questions à ce genre de documentation. Grâce à des machines que nous avons entraînées avec un certain nombre de protocoles, on peut savoir quoi voir dans ces gisements en millions de pages. Pour notre domaine, c'est un saut quantitatif considérable qui va être opéré dans les prochaines années », souligne Jérémie Ferrer-Bartomeu.

Un potentiel, mais pas une solution magique. *« Il faut former les historiens à poser les bonnes questions aux machines. Elles ne vont pas nous remplacer, elles vont être là pour nous aider à moissonner d'importants volumes de sources, à pouvoir faire des liens entre elles et éviter la perte d'informations, d'imprimés »,* précise-t-il.

Quels futurs modes d'expérimentation pour les sciences de la vie ?

L'expérimentation est la « substantifique moelle » de la recherche et de la méthode scientifique. Pratiquée depuis des siècles, elle a considérablement évolué et s'est diversifiée ces dernières décennies, singulièrement dans les sciences de la vie et de la santé. Quelles en sont les perspectives à moyen et long terme ? C'est la question à laquelle ont répondu trois scientifiques particulièrement ... expérimentés.

Trois modes d'expérimentation coexistent actuellement dans les sciences de la vie : l'expérimentation *in vivo* menée sur un être vivant (humain ou animal), l'expérimentation *in vitro* menée en dehors de l'organisme vivant et l'expérimentation *in silico* menée à l'aide de modèles mathématiques.

Depuis quelques années, un débat sociétal existe sur le bien-fondé de l'expérimentation animale, et les alternatives ont le vent en poupe. Des politiques, en Europe comme en Belgique, visent à réduire et remplacer au maximum l'usage d'animaux d'expérience.

Vers de nouvelles méthodes ?

Quatre universités francophones (ULiège, UNamur, ULB et UCLouvain) et la Haute école Charlemagne travaillent au sein de la plateforme « Alternatives aux expérimentations animales ». L'objectif : diminuer le plus fortement possible l'expérimentation sur animaux au sein des laboratoires universitaires et académiques francophones en développant des alternatives viables.

La plateforme mène par exemple des recherches sur la bio-impression 3D de modèles *in vitro*, qui permet de produire artificiellement des tissus biologiques; les systèmes *in vitro* multi-organes visant à reproduire la complexité biologique

du corps humain - par exemple pour tester des vaccins ou étudier le développement de maladies - ; ou encore le développement de méthodes *in silico* - comme, par exemple, la simulation par ordinateur d'une expérience afin de choisir les molécules qui seront testées.

Pour les chercheurs, ces méthodes sont connues et ne sont pas des alternatives, mais des méthodes complémentaires à l'expérimentation *in vivo* qui est nécessaire à la recherche en sciences de la vie. « *Les expérimentations in vivo et in vitro coexistent depuis le XIX^e siècle* », explique le Pr Eric Muraille, biologiste et Directeur de recherches FNRS (ULB). « *La modélisation in silico s'est quant à elle développée dans la deuxième moitié du XX^e siècle, avec l'apparition des ordinateurs. Mais cette dernière se base souvent sur des données issues de l'expérimentation animale. En bref, toutes ces méthodes sont complémentaires. Remplacer l'animal est totalement impossible dans un avenir proche. D'autant plus que se posent aujourd'hui toute une série de questions que l'on ne se posait pas hier. Par exemple, quel*



 **Agnès Noël**, Directrice du GIGA-Cancer, ULiège, Promotrice PDR-FNRS et WELBIO

est l'impact des perturbateurs endocriniens sur la santé humaine et animale ? Comment étudier in vitro leurs effets sur la reproduction ou sur le comportement ? Il existe de nombreuses questions qui, si l'on ne dispose pas de la complexité d'un animal vivant, ne trouveront pas de réponses. »

Une conclusion à laquelle adhère complètement le Pr Agnès Noël, Directrice du GIGA Cancer (ULiège), qui réalise des expérimentations in vitro et in vivo depuis une quarantaine d'années. *« Il s'agit de méthodes complémentaires*

pouvant, dans certains cas, limiter le recours aux animaux. Mais elles ne remplaceront jamais les méthodes in vivo. On y arrivera peut-être partiellement dans plusieurs décennies, mais pas avant. »

Les limites des méthodes « alternatives »

Dans un avenir raisonnable, se passer de l'animal est donc impossible. Mais pourquoi les méthodes alternatives ne remplaceront-elles jamais le recours aux modèles vivants ?

« Mettre des cellules sur du plastique, ce n'est pas travailler dans un milieu naturel », explique, à propos des méthodes in vitro, la professeure de l'ULiège. « Nous n'avons pas de plastique dans le corps, comme je l'explique à mes étudiants. Une cellule n'est pas à l'aise dans un tel milieu. Nous avons donc essayé, en biologie de la matrice, de moduler cela, de trouver la matrice la plus appropriée possible. Il y a eu des avancées importantes en microscopie, en développement d'organoïdes. D'autres méthodes, à l'instar de l'impression 3D, font également des progrès. Mais on est encore loin de pouvoir imprimer ou reconstituer in vitro des systèmes complexes. C'est mieux, nous avons fait énormément de progrès, mais cela reste limité. »

La même réflexion s'applique aux modèles in silico. *« Quand on veut faire un modèle, il faut au départ le nourrir de données biologiques. Ces données viennent de l'expérimentation animale », explique Alban de Kerchove d'Exaerde, neurobiologiste, Directeur de recherches FNRS (ULB) et membre exécutif du Comité sur la recherche animale (CARE) de la Fédération européenne des sociétés de neurosciences (FENS). « Pour avoir un modèle complètement prédictif, il faudrait que l'on ait compris tous les mécanismes biologiques. Et nous en sommes encore très loin. »*

« Ces modèles permettent de répondre à des questions, mais pas à toutes les questions », conclut le neurobiologiste. « Je ne dénigre pas les approches avec organoïdes qui permettent de reconstruire de manière intéressante un système et de comprendre comment cela fonctionne in vivo. Ce sont des outils d'étude géniaux. Mais il faut les considérer pour ce qu'ils sont : des méthodes complémentaires et non alternatives », ajoute Éric Muraille.

L'éthique au centre de la réflexion

Élaborée en 1959, la règle des 3R (réduire, raffiner, remplacer) constitue le fondement de la démarche éthique appliquée à l'expérimentation animale en Europe. Mais est-elle toujours d'actualité ? *« Absolument », répond le Pr Alban de Kerchove d'Exaerde. « On parle même parfois des 4R en ajoutant le concept de responsabilité. Ce principe a débouché sur une obligation légale. Il est interdit de faire de l'expérimentation animale si l'on peut répondre à une question scientifique par d'autres méthodes. Tout protocole éthique doit faire la preuve que la question n'a jamais été résolue par personne et qu'elle nécessite une expérimentation animale. »*

« Réduire contraint les chercheurs à justifier le nombre d'animaux engagés dans une étude. Il ne faut pas d'excès,

mais il faut également suffisamment d'animaux pour que les résultats soient suffisamment significatifs », détaille le neurobiologiste. « Le raffinement, quant à lui, veut que nous mettions les animaux dans les meilleures conditions possibles. C'est dans l'intérêt du chercheur : avec un animal stressé, le résultat serait biaisé. Le raffinement concerne également les procédures, afin qu'elles soient les moins lourdes possibles. Enfin, la notion de responsabilité n'est pas difficile à comprendre : le chercheur doit être responsable de ce qu'il fait. Il a la responsabilité du respect des bonnes conditions d'expérimentation, dans le protocole d'éthique et dans la pratique. »

“

On est encore loin de pouvoir imprimer ou reconstituer in vitro des systèmes complexes.

L'animal, indispensable

Comment se passer de l'expérimentation in vivo ? Quels sont les modèles qui, dans le futur, seront les plus adéquats ? « Ces questions, nous nous les posons tout au long de notre carrière », explique le Pr Agnès Noël. Pour faire face à la complexité de la biologie, il faut recourir à des systèmes complexes. Aujourd'hui, ces systèmes sont forcément vivants. « Cela à cause de l'hétérogénéité cellulaire, de la plasticité des cellules qu'il est difficile de reproduire in vitro. De plus, l'organisme est un système complet. Et toute maladie est systémique. Les médicaments n'ont pas seulement un effet sur une cellule ciblée, mais sur le système, notamment à cause des effets secondaires. »

« Actuellement, il n'y a aucun élément scientifique qui permette de dire que l'on pourra remplacer l'expérimentation animale pour développer l'arsenal

thérapeutique pour l'homme, mais aussi pour l'animal », enchérit le Pr Alban de Kerchove d'Exaerde. « Sans l'expérimentation animale, on ne peut mettre de médicaments au point. Tester ces derniers sur des cultures cellulaires est impensable. Imagine-t-on tester directement un nouveau traitement pédiatrique directement sur des nourrissons ou des enfants ? Et je ne vous parle pas de mon domaine, la psychiatrie. Une boîte de pétri qui a des hallucinations, qui est déprimée ou dépendante aux drogues est impossible dans l'état actuel des connaissances. »

Si l'on désire continuer à progresser en sciences de la vie, il faut avoir accès à l'objet d'étude qu'est le vivant, explique Éric Muraille. « Si l'on veut conserver l'efficacité de la méthode scientifique moderne qui est basée sur l'observation et l'expérimentation, sans expérimentation animale, nous sommes bloqués. Je ne vois pas comment on pourrait remplacer l'expérimentation animale par quelque chose d'équivalent en recherche



 **Éric Muraille**, Directeur de recherches FNRS, Laboratoire de parasitologie, ULB

“
Disposer d'un meilleur financement permettrait de mieux exploiter ce dont nous avons à disposition et donc de réduire l'expérimentation animale.

Un futur fiction

Que se passerait-il, si demain, il n'y avait plus d'expérimentation animale ? « On s'arrêterait à l'état des connaissances actuelles en médecine et biologie », répond Alban de Kerchove d'Exaerde. Ce scénario est plausible pour deux raisons : c'est un choix de société, et c'est une discipline qui est déjà soumise à une bureaucratie très lourde. Et elle pourrait s'alourdir davantage.

Parlons d'abord du choix de société qui mènerait à abolir totalement l'expérimentation animale. « C'est un débat démocratique : doit-on ou non arrêter l'expérimentation animale ? Il faut, pour répondre, comprendre les conséquences potentielles », explique Alban de Kerchove d'Exaerde. Éric Muraille ne craint pas que ce débat démocratique débouche sur l'arrêt pur et simple de l'expérimentation animale. « La Suisse a fait un référendum à ce sujet en 2022 et environ 80 % des citoyens ont voté en faveur de la poursuite de l'expérimentation. C'est une leçon. Le gouvernement suisse a bien communiqué. La population a compris les enjeux. »

Parlons ensuite de la charge administrative qui pèse sur les épaules des chercheuses

et chercheurs, et qui ne cesse d'augmenter, surtout s'ils font de l'expérimentation animale. « Je suis inquiet de l'augmentation du poids de la bureaucratie et des exigences légales en matière d'expérimentation animale. Cela décourage les jeunes. Et pas mal de laboratoires ont abandonné l'expérimentation animale, faute de moyens », témoigne Éric Muraille.

Ces deux problématiques débouchent déjà sur une certaine délocalisation. « C'est déjà une réalité. De nombreuses expériences sur des primates ont été délocalisées en Chine ou ailleurs, là où les exigences éthiques sont bien moins grandes. In fine, en termes de bien-être animal, c'est une perte », estime le Pr de Kerchove d'Exaerde. Éric Muraille est quant à lui moins inquiet pour la recherche. « Il est vrai que l'industrie a tendance à sous-traiter ce type d'expériences. Cette délocalisation a déjà eu lieu. Mais pour la recherche dans les universités, il est très compliqué de délocaliser. Passer par l'industrie augmente les coûts. Il faut être physiquement proche, en tant que chercheur, du laboratoire et de l'animalerie pour réaliser les expériences. À moins de délocaliser l'intégralité de la recherche, ce n'est pas possible. »

fondamentale. C'est d'autant plus le cas avec les questions environnementales que l'on ne se posait pas il y a encore quelques années. Par exemple, il n'est pas envisageable d'étudier l'effet des perturbateurs endocriniens sur la santé sans animaux. Car ces molécules affectent la reproduction, les comportements et ont des effets transgénérationnels. »

À l'horizon, on voit néanmoins une diminution du recours aux animaux. À certaines conditions. « Disposer d'un meilleur financement permettrait de mieux exploiter ce dont nous avons à disposition et donc de réduire l'expérimentation animale », donne à titre d'exemple Éric Muraille. « Notamment grâce aux nouvelles technologies qui permettent de faire des observations intra vitales, d'extraire davantage de données à partir du même nombre d'animaux. C'est ça le futur. »



Laurent Zanella

Références :

Le 13 février 2022, les Suisses se sont exprimés sur l'Initiative populaire à propos de l'interdiction de l'expérimentation animale et humaine. 79,1% des participants à la votation ont répondu par la négative à cette initiative.



“
Sans
l'expérimentation
animale, on ne
peut mettre de
médicaments au
point.



 **Alban de Kerchove d'Exaerde**, Directeur de recherches FNRS, ULB, Membre exécutif du Comité sur la recherche animale (CARE) de la Fédération européenne des sociétés de neurosciences (FENS)

Transdisciplinarité

La transdisciplinarité est-elle essentielle pour ce domaine de recherche ? « Évidemment. Nous bénéficions de l'apport de nombreux pairs », répond Agnès Noël. « L'in silico, par exemple, est une démarche tout à fait différente de nos démarches habituelles. Cela nous amène à avoir un dialogue interdisciplinaire très enrichissant. » Et Alban de Kerchove d'Exaerde d'ajouter : « La transdisciplinarité dans la recherche actuelle est factuelle. Il est impossible de s'en passer. »

Open Science

L'Open science, nécessaire ou aléatoire ? « C'est très important. Le modèle économique actuel de la publication est un des plus prédateurs, estime Alban de Kerchove d'Exaerde. En effet, les fonds publics payent quatre fois : la recherche, l'évaluation de la qualité des articles, les coûts de publication demandés par les revues et enfin les coûts souvent très élevés des abonnements à ces mêmes revues. Il existe des alternatives. L'Open Science se développe de plus en plus. »

Intelligence artificielle

L'intelligence artificielle : alliée ou ennemie ? « C'est une alliée dans notre domaine. Elle permet de répondre à des questions de manière plus fine, et permet même d'observer des comportements que l'œil humain ne pourrait pas observer de manière aussi efficace », explique le Pr de Kerchove d'Exaerde. « Nous sommes demandeurs de plus d'intelligence artificielle », ajoute le Pr Muraille. « Nous collectons des quantités de plus en plus importantes d'informations. Il faut pouvoir les analyser et leur donner du sens. »

Une chimie dans l'air du temps

La science est fille de son époque, dit l'adage. Celle dite des matériaux, menée notamment par les chercheuses et chercheurs du FNRS, ne fait pas exception, avec le développement de plastiques éco-friendly. Elle prend même de l'avance avec l'étude mécanique des liaisons chimiques, un prérequis indispensable au développement des futures machines moléculaires.

Gobelets, morceaux d'étoffe, plastique expansé... Dans une vitrine du service des Matériaux Polymères et Composites de l'UMONS trônent ces objets que rien ne distingue de ceux du quotidien. Et pourtant, ils ont tous en commun d'avoir été développés au départ de biomasse, et non de pétrole. « Nous travaillons au développement de polymères plus respectueux de l'environnement, résume Jean-Marie Raquez, Maître de recherches FNRS. Nous nous concentrons pour cela sur deux aspects du cycle de vie des plastiques : en amont, en allant chercher des alternatives au pétrole, et en fin de vie de ces matériaux, en travaillant sur leur biodégradabilité ou leur recyclage. »

Bois, culture de maïs, et même carapaces d'insectes... Les sources de biomasse exploitables sont nombreuses, car il s'agit pour la plupart d'entre elles de polymères, c'est-à-dire de grandes molécules composées d'une série de briques simples. Autrement dit : des plastiques. « Les polymères naturels que sont la cellulose ou l'amidon sont des molécules complexes, hautement

structurées, que l'on ne peut exploiter en l'état, tempère Jean-Marie Raquez. Nous devons alors entreprendre une succession de modifications comme l'utilisation d'un plastifiant pour "casser" cette structure. »

Une approche qui nécessite parfois une certaine purification, car les végétaux sont composés de plusieurs polymères différents. « Par exemple, lorsque nous travaillons sur de la (nano)cellulose, nous préférons utiliser du coton plutôt que du bois, qui contient de la lignine et que l'on doit préalablement extraire, ce qui complexifie l'approche », détaille le chimiste.

Pour ces différentes raisons, le chercheur utilise aussi une autre méthode dite de bioraffinerie, pour déconstruire ces polymères et en récupérer les briques de construction. « Nous travaillons beaucoup sur l'acide polylactique (PLA) qui est le bioplastique le plus commercialisé, pointe Jean-Marie Raquez. Il s'agit d'un polymère composé d'acide lactique, obtenu par fermentation de l'amidon. Une fois les briques de base obtenues, on les repolymérise selon des procédés plus verts. »

Des propriétés intrinsèques

S'il existe des bioplastiques aux propriétés comparables à leurs équivalents pétroliers, Jean-Marie Raquez estime qu'il ne faut pas succomber à un effet de mode. Deux facteurs principaux jouent sur le prix des bioplastiques : celui du pétrole, et les règles imposées par la législation européenne. *« Mais à moins que cette dernière n'impose des critères de biosourcing ou de biodégradabilité, les bioplastiques ne seront jamais compétitifs économiquement en les pensant uniquement comme des alternatives aux pétropolymères, avertit-il. Il est plus pertinent de les utiliser pour leurs propriétés intrinsèques. »*

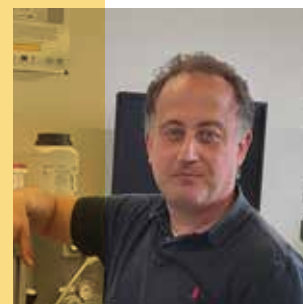
Le PLA est ainsi particulièrement adapté à l'impression en 3D, qui permet d'allier précision et réduction des déchets, grâce à l'absence de chutes. *« Cela nous permet d'œuvrer au développement de matériaux à haute valeur ajoutée, comme dans la soft robotique, où on élabore actuellement des matériaux aux propriétés proprioceptives, révèle le chercheur. De plus, le PLA est biorésorbable, ce qui nous permet de l'utiliser dans la conception d'implants médicaux, ou en pharmacologie avec par exemple la création d'une matrice destinée à l'encapsulation d'un principe actif, le rendant disponible pour une libération contrôlée, avec un dosage personnalisé. »*

Une fin de vie digne

À l'autre bout de la chaîne, Jean-Marie Raquez travaille également en collaboration avec des laboratoires spécialisés en science de l'environnement sur la fin de vie des plastiques. Car biosourcé ne signifie pas pour autant biodégradable. *« L'idéal serait bien sûr d'avoir les deux, mais en réalité, l'un des aspects prime souvent sur l'autre, reconnaît-il. D'autant que la biodégradabilité diminue lorsque l'on y ajoute certaines molécules afin d'obtenir des propriétés supplémentaires. »*

Ainsi, le PLA n'est biodégradable qu'en compost industriel. Abandonné dans l'environnement, il se désagrège en microplastiques aussi stables que les pétropolymères. *« Le PLA n'est que peu assimilé par les microorganismes marins, car il s'agit d'un matériau stable à température ambiante, indique le chimiste. Nous essayons de développer des méthodes pour augmenter cette biodégradabilité en y ajoutant par exemple de la chitine, une molécule issue de la carapace des insectes. »*

Pour autant, le chercheur estime que l'avenir est avant tout au développement d'une économie circulaire. *« Cela n'a pas de sens de produire de la biomasse, l'utiliser pour faire des plastiques que l'on dégrade ensuite, avant de tout recommencer, explique-t-il. Il est plus*



 **Jean Marie Raquez**, Maître de recherches FNRS, Matériaux Polymères et Composites, UMONS

“
Nous nous concentrons sur deux aspects du cycle de vie des plastiques : en amont, en allant chercher des alternatives au pétrole, et en fin de vie de ces matériaux, en travaillant sur leur biodégradabilité ou leur recyclage.





Comprendre le comportement mécanique des molécules et de leurs liaisons à un niveau fondamental peut permettre d'optimiser le design des matériaux, et orienter dès le départ leur conception.

intéressant de trouver un moyen de les recycler efficacement. » Il s'attache donc à développer de nouvelles méthodes de recyclage chimique par voie enzymatique, qui viennent s'ajouter aux méthodes mécaniques classiques. « La clé est d'identifier des enzymes qui sont capables de dépolymériser les molécules pour récupérer les briques de construction, et ainsi refaire des plastiques avec. »

Le monde de l'infiniment petit

Si les polymères ont bénéficié d'un tel succès, c'est bien sûr pour leurs multiples propriétés mécaniques. Mais si ces dernières sont bien connues à l'échelle d'un matériau, il en va tout autrement dès que l'on zoome dans l'infiniment petit, jusqu'à observer des molécules uniques. C'est ce manque de connaissances que s'attache à combler Anne-Sophie Duwez, Professeure ordinaire et Promotrice de PDR-FNRS à l'ULiège, grâce à une technique de spectroscopie de force sur molécule unique. « Nous utilisons un microscope à force atomique (AFM), dont on détourne l'usage initial d'imagerie pour tirer sur des petites molécules individuelles et observer leurs comportements sous force mécanique, explique la chercheuse. Nous mettons ainsi en évidence des comportements singuliers qui seraient autrement invisibles. »

L'utilisation de l'AFM à cette fin est une technique relativement récente, apparue à la fin des années 1990. « Nous l'avons initialement utilisée pour observer le déroulement de l'ADN en présence de ligands, retrace Anne-Sophie Duwez. C'est là que nous nous sommes rendu compte que ce qu'on connaissait des propriétés à l'équilibre thermodynamique des molécules en solution n'était plus du tout valable lorsqu'on en observait les réponses mécaniques ! »

Que ce soit pour dérouler l'ADN ou contracter un muscle, des forces mécaniques entrent en jeu. « Pour toute application des matériaux en médecine, on réfléchit avant tout en termes de molécules et de liaisons stables d'un point de vue thermodynamique, révèle la chimiste. Or, le monde vivant est un milieu très turbulent, qui est soumis en permanence à des forces et des déformations. Pour cette raison, nous travaillons à un changement de paradigme,

afin de penser avant tout en termes de stabilité mécanique. »

En 2022, Anne-Sophie Duwez a obtenu un ERC Advanced Grant afin d'approfondir ces questions. « Nous allons revoir les liaisons chimiques de base, comme les liaisons covalentes, et les étudier en détail d'un point de vue mécanique et dynamique, détaille la chercheuse. Par exemple, en observant comment ces dernières résistent à une charge mécanique, ainsi que tous les effets que la géométrie peut avoir sur cette résistance. Car contrairement à une source d'énergie conventionnelle comme la chaleur ou la lumière, une force mécanique est directionnelle. Autrement dit, si l'on tire dans un sens ou un autre, les résultats de stabilité seront différents. Nous devrions pouvoir expliquer ainsi pourquoi certaines liaisons réputées très stables thermodynamiquement se révèlent être fragiles d'un point de vue mécanique et inversement. »



La chercheuse souhaite également étudier la reformation des molécules qui a été très peu étudiée. « *Il existe de plus en plus de matériaux autoréparants*, indique-t-elle. *Mais si les tests macroscopiques montrent que le matériau se répare et retrouve ses propriétés initiales, on n'a en réalité aucune idée de la manière dont cela se passe au niveau des liaisons elles-mêmes.* »

Poser le cadre

Au-delà de l'aspect fondamental, Anne-Sophie Duwez pense que ses recherches amèneront à une meilleure conceptualisation de matériaux performants. « *Nous sommes bien sûr motivés par la volonté de comprendre comment les choses se passent à l'échelle moléculaire*, sourit la chercheuse. *Mais nos recherches peuvent apporter un cadre formel à toute une partie de la science des matériaux qui reste très empirique. Comprendre le comportement mécanique des molécules et de leurs liaisons à un niveau fondamental peut permettre d'optimiser le design des matériaux, et orienter dès le départ leur conception.* »

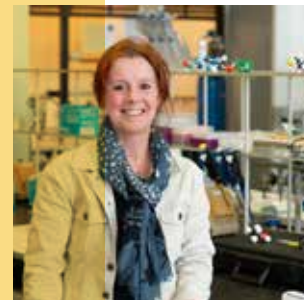
Cela peut aussi apporter des clés à une discipline moins connue que l'on nomme la synthèse par mécanochimie. Comme son nom l'indique, cette ancienne branche de la chimie utilise des procédés

mécaniques comme le broyage, et fonctionne sans solvants. Elle permet aussi d'obtenir des molécules impossibles à synthétiser par des voies classiques.

« *Cette discipline a été quelque peu oubliée car les chercheurs n'avaient pas la possibilité de comprendre ce qu'il se passait*, explique Anne-Sophie Duwez. *Or, elle retrouve un certain intérêt avec la nécessité de développer une chimie plus verte, et les mécanochimistes font appel à nous dans l'espoir d'établir un cadre conceptuel.* »

L'aspect le plus spectaculaire des travaux de la chercheuse réside peut-être dans leur intérêt pour l'émergence des machines moléculaires. Longtemps délaissées, elles sont à nouveau sous les feux de la rampe depuis 2016 et le Prix Nobel qui leur a été consacré, les décrivant comme le « départ d'une nouvelle ère moléculaire ». Et pour cause : longues de quelques nanomètres, elles sont capables d'exercer une force ou d'entraîner une charge à l'instar d'un moteur de voiture. « *Nous menons des travaux afin de comprendre leur fonctionnement, notamment en mesurant ces forces qu'elles exercent*, indique Anne-Sophie Duwez. *Ubiquitaires dans le monde du vivant, leur transposition en science des matériaux pourrait aboutir à des applications spectaculaires.* »

 **Thibault Grandjean**



 **Anne Sophie Duwez**,
Professeure ordinaire,
Promotrice PDR-FNRS,
Nanochimie et systèmes
moléculaires, ULiège

Transdisciplinarité

Travailler avec des chercheurs d'autres horizons est une évidence en science des matériaux. « *Nous développons beaucoup de collaborations, et notamment avec des biologistes, des chimistes organiciens et des physiciens* », pointe Anne-Sophie Duwez. Même son de cloche chez Jean-Marie Raquez : « *On se doit de collaborer avec d'autres disciplines, ne pas se cantonner uniquement à ce que l'on sait faire*, estime Jean-Marie Raquez. *Cela permet de se remettre en question.* »

Open Science

Les programmes utilisés par Jean-Marie Raquez pour l'impression 3D sont open-source, « *car les systèmes propriétaires ne nous offrent que peu de liberté* », explique-t-il. Et lui-même dépose en libre accès les données qu'il collecte sur ses molécules. Mais tous les domaines ne s'y prêtent pas forcément. « *Nous travaillons sur ces questions, mais pour l'heure, les bases de données ne sont pas adaptées à notre discipline* », explique Anne-Sophie Duwez.

Intelligence artificielle

La science des matériaux résiste encore à l'automatisation promise par les intelligences artificielles. « *Nous y avons fait appel sur des aspects de design moléculaire, avec un succès modeste, évoque Jean-Marie Raquez, car ces programmes doivent malgré tout être guidés par une approche expérimentale.* » Pire, ils pourraient même être contreproductifs. « *Nous traitons manuellement toutes nos données*, révèle Anne-Sophie Duwez. *Car lorsque l'on cherche des singularités, l'automatisation nous masquerait certains comportements.* »

La chasse aux bosons

C'est le côté paradoxal de la recherche en physique des particules : pour étudier les minuscules briques fondamentales de la matière, il faut des détecteurs et des expériences gigantesques. D'où une programmation qui se compte en décennies. Mais en attendant l'annonce d'une nouvelle physique sur laquelle ces expériences devraient déboucher, l'étude du boson de Brout-Englert-Higgs va encore occuper les esprits.

Cela fait longtemps qu'ils en parlent : la nouvelle physique ne va pas manquer d'arriver. Nouvelle parce qu'elle devrait permettre d'expliquer les défaillances actuelles du Modèle Standard en physique des particules (MS). Rappelons brièvement que ce modèle permet d'expliquer toute la matière à l'aide de douze briques fondamentales (particules élémentaires appelées fermions), de trois forces (la quatrième, la gravitation, manque à l'appel) et de médiateurs (appelés bosons) qui sont les vecteurs des forces. Depuis 2012, un autre type de boson,



Il nous faut observer ces phénomènes et voir s'ils se produisent conformément aux théories en vigueur. Si ce n'est pas le cas, on entrera alors dans le domaine de la nouvelle physique.

le BEH (imaginé par nos compatriotes Robert Brout et François Englert et par l'écossais Peter Higgs mais souvent simplement appelé boson de Higgs) est venu compléter le tableau, permettant d'expliquer la masse des particules. Basé sur de solides fondements expérimentaux, le MS a permis de prédire bien des phénomènes et d'expliquer les résultats de nombreuses expériences. *« Ce modèle a connu et connaît toujours un succès phénoménal », martèle d'emblée Christophe Delaere, Directeur de recherches FNRS (UCLouvain), qui a longtemps œuvré au CERN à Genève pour l'installation de CMS, l'un des détecteurs du LHC, le grand accélérateur de particules à l'origine de la découverte du boson BEH. Mais alors, pourquoi chercher à tout prix à le prendre en défaut ? « Parce qu'il ne répond pas à toutes nos questions. Ainsi, il ne permet pas d'expliquer l'apparente dissymétrie entre matière et antimatière : pourquoi, et quand, cette dernière a-t-elle disparu alors qu'il y avait équilibre aux tout premiers instants de l'univers ? Ni ce qu'est la matière noire qui constitue pourtant l'essentiel de la matière... Autre interrogation : les quatre forces fondamentales peuvent-elles être unifiées, c'est-à-dire être des déclinaisons différentes d'une seule force, ce qui implique aussi la reconnaissance de nouvelles particules ? On essaie donc de compléter le Modèle. » Pour y arriver, il faut multiplier les expériences dans les accélérateurs actuels et en imaginer d'autres, plus puissants ou d'autres types. Et continuer à étudier les particules connues, dont la plus récente, le boson BEH, sans doute une des fenêtres vers la nouvelle physique. Ce à quoi s'attelle par exemple Christophe Delaere : « On est loin de tout connaître sur le BEH, notamment ses mécanismes d'interaction avec d'autres particules ou avec lui-même pour former des paires. Ou encore son temps de vie. Il nous faut observer ces phénomènes et voir s'ils se produisent conformément aux théories en vigueur. Si ce n'est pas le cas, on entrera alors dans le domaine de la nouvelle physique. »*

Plus gigantesques et plus puissants

Pour y arriver, il faudra upgrader les accélérateurs. Ainsi en va-t-il du LHC : il va encore fonctionner dans sa configuration actuelle pendant trois ans avant d'être mis à l'arrêt pour être transformé en HLLHC (High Luminosity LHC). Les énergies mises en jeu seront similaires à celles d'aujourd'hui mais il pourra s'y produire 3 à 4 fois plus de collisions chaque année. Cela permettra de collecter beaucoup plus de données et donc de sonder des phénomènes plus rares. *« Qui sait : la nouvelle physique est peut-être déjà présente dans nos accélérateurs mais on ne la distingue pas encore », s'enthousiasme Christophe Delaere !*

Changer d'échelle

De quoi occuper les physiciens pendant une quinzaine d'années au moins. En attendant, il faut préparer les détecteurs actuels à cette nouvelle donne. Ils devront être capables de résister à des taux de radiations extrêmes et gérer jusqu'à 200 collisions simultanées à chaque croisement de faisceau (contre cinquante ou soixante aujourd'hui !). Le détecteur va donc devoir faire le tri et trouver parmi 200 collisions celle qui intéresse les chercheurs. *« Cela nécessite la mise au point d'un nouveau trajectographe pour le CMS, partie du détecteur qui enregistre les traces des particules chargées produites lors des collisions », explique Laurent Thomas, Chercheur qualifié FNRS (ULB), spécialiste en physique expérimentale des particules et lui aussi assidu du CERN. Une adaptation dont Christophe Delaere est un des responsables, à laquelle Laurent Thomas collabore et qui est d'ailleurs en quelque sorte une « affaire » belge puisque cinq de nos universités – ULB, VUB, Gand, Anvers et UCLouvain – y prennent part. « Notre travail ne consiste pas seulement à concevoir le nouveau trajectographe mais aussi à le construire. 2000 petits modules sont en construction*

ici à Bruxelles puis seront assemblés à l'UCLouvain pour une installation prévue au CERN en 2027. » Une amélioration spectaculaire qui fait dire à nos chercheurs que les données recueillies jusqu'à présent au LHC ne représentent que 5% de celles qu'il fournira au total.

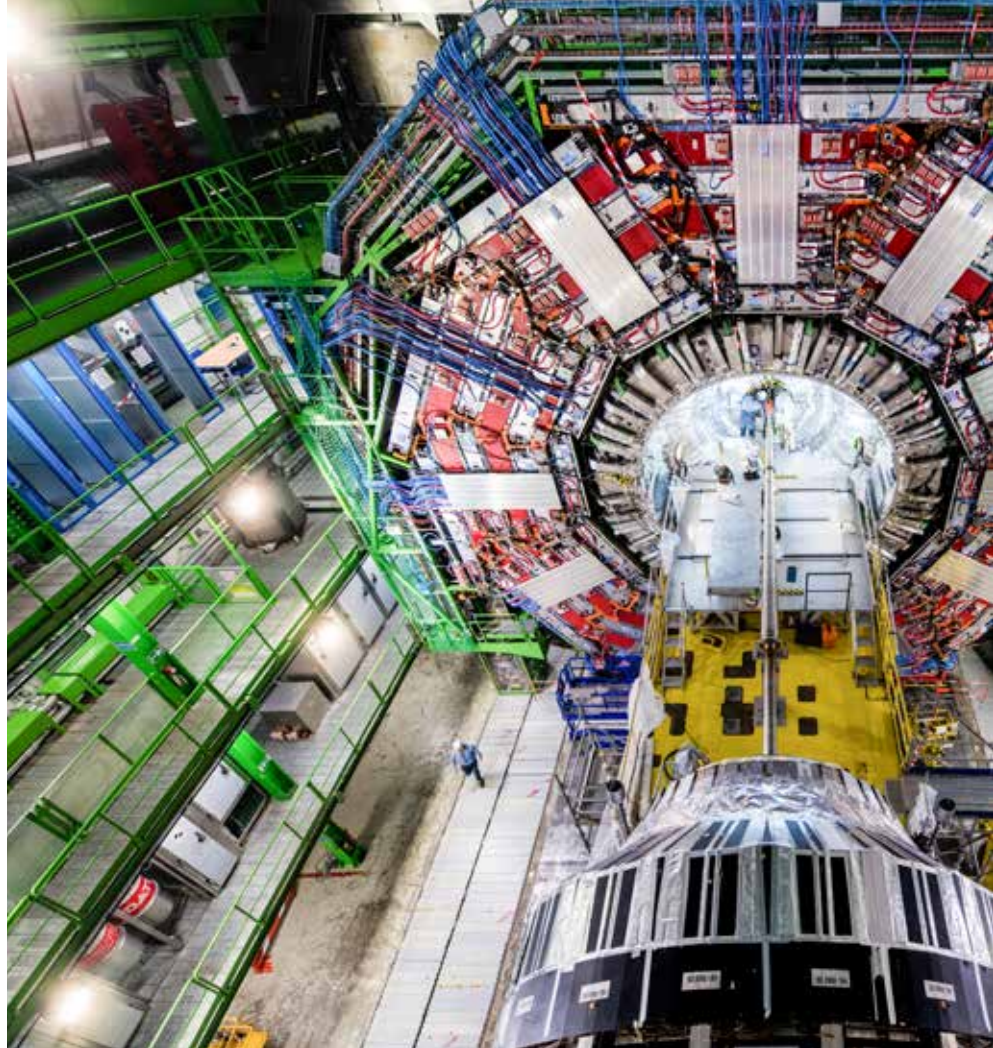
Ce ne sera cependant pas suffisant. Pour aller plus loin, découvrir d'autres particules dans d'autres gammes d'énergie et de masse, il va falloir changer d'échelle. Et si des projets existent ailleurs dans le monde, Christophe Delaere et Laurent Thomas sont particulièrement séduits par le projet du CERN. *« Dans un premier temps, explique ce dernier, il est envisagé de creuser un tunnel circulaire d'une centaine de kilomètres de long (4 X l'actuel !) et d'y construire un collisionneur électrons-positrons. »* Le but ? Produire en abondance pour étudier en détail les plus lourdes particules connues parmi lesquelles les bosons. Une chasse aux bosons qui promet... mais sans doute pas avant 2050.



Christophe Delaere, Directeur de recherches FNRS, Institut de recherche en mathématique et physique, UCLouvain.



 **Laurent Thomas**, Chercheur qualifié FNRS, Physique des particules élémentaires, ULB



Dans la suite (car les physiciens la planifient déjà), le collisionneur électrons-positrons serait transformé en collisionneur protons-protons comme l'actuel LHC. Mais on atteindrait alors des énergies près de 10 fois supérieures à celles d'aujourd'hui. Jusqu'à la fin du siècle s'engagera alors une traque aux particules inconnues, peut-être celles qui pourraient constituer la fameuse matière noire qui remplit l'univers.

Astroparticules et nouvelle astronomie

La physique des particules ne se limite cependant pas à l'étude des collisions produites dans les grands accélérateurs, loin de là. Elle touche aussi à des domaines déjà effleurés ci-dessus : la formation et l'évolution de l'univers. L'infiniment petit et l'infiniment grand se rejoignent sur des questions comme la matière noire, la gravité, etc.

A tout seigneur tout honneur, commençons par les neutrinos, également étudiés dans les accélérateurs de particules mais aussi près des centrales nucléaires ou au plus profond

de la terre ! Ces particules élémentaires bien présentes dans le Modèle Standard proviennent pour l'essentiel de partout dans l'univers puisqu'elles sont soit les résidus des débuts de celui-ci, soit créées par les étoiles (notre Soleil en est un grand producteur) ou l'explosion de supernovas (implosion d'une étoile en fin de vie). Les neutrinos sont des milliers de milliards à nous traverser chaque seconde sans aucun dommage pour notre organisme. Il faut dire qu'ils ont une charge électrique nulle, qu'on a longtemps considéré qu'ils étaient dépourvus de toute masse avant de leur en trouver une minuscule et qu'ils n'interagissent pratiquement pas avec la matière. Autant dire qu'ils sont presque impossible à détecter. Y arriver nécessite donc une fois de plus la construction de détecteurs disposant d'énormes volumes de matière comme de l'eau ou de la glace dont, si tout va bien, quelques atomes par jour interagiront avec les neutrinos. C'est le cas de l'observatoire *IceCube* construit au pôle Sud et qui comprend des milliers de capteurs répartis dans un kilomètre de cube de glace à une profondeur oscillant entre 1500 et 2500 mètres environ.

Plusieurs chercheurs belges, notamment de l'ULB, participent à ces expériences qui devraient prendre de l'ampleur puisqu'il est prévu d'agrandir la cavité réceptrice de 1 à 10 km³. Le but ? Étudier les caractéristiques de ces particules qui ont notamment la particularité de pouvoir se transformer au cours de leur vie, oscillant comme l'on dit, entre trois saveurs différentes. Ici aussi, le MS pourrait s'en trouver mis en défaut. « *Mais l'étude de ces neutrinos astrophysiques doit nous permettre d'en apprendre aussi davantage sur les phénomènes qui les produisent, donc notre univers, s'exclame Laurent Thomas. Un détecteur comme IceCube est en fait un télescope qui regarde vers le bas, vers le centre de la Terre ! Ceci est un bon exemple de ce qui se passe depuis quelques années : la naissance de l'astrophysique multimessager. Jusqu'il y a quelques décennies, les astres et les phénomènes spatiaux étaient étudiés uniquement grâce à la lumière qu'ils nous envoyaient sous différentes longueurs d'onde. Aujourd'hui, ils le sont aussi par le biais des neutrinos, des rayons cosmiques et des ondes gravitationnelles* » (ndlr : à ce sujet, lire l'article : *Des lunes et au-delà* dans ce même dossier).



“ L'étude de ces neutrinos astrophysiques doit nous permettre d'en apprendre aussi davantage sur les phénomènes qui les produisent, donc notre univers. ”

Les rayons cosmiques viennent donc compléter la panoplie qu'ont aujourd'hui les astrophysiciens pour observer l'univers. Ce sont des particules chargées (protons ou noyaux plus lourds) en provenance de l'espace et qui bombardent en permanence l'atmosphère terrestre. Plusieurs scientifiques belges participent également à leur étude, notamment à l'observatoire Pierre-Auger (du nom du physicien français qui découvrit les grandes gerbes de particules formées par ces rayons lorsqu'ils pénétraient dans l'atmosphère) situé dans la pampa argentine. Il s'agit là du plus grand observatoire de rayons cosmiques au monde, couvrant une surface de 3.000 km², une caractéristique indispensable à l'étude des rayons cosmiques de très haute énergie, peu fréquents.

Pour en apprendre encore davantage sur les trous noirs et autres étoiles à neutrons, et afin d'exploiter au mieux la complémentarité d'information qu'offrent les différentes particules cosmiques (rayons cosmiques, photons, neutrinos), un projet à l'étude propose désormais un détecteur sensible à l'ensemble d'entre elles, qui serait installé sur différents sites à travers le monde et dont la superficie totale atteindrait 200.000 km².

On le voit, les particules sont devenues un outil qui fait le lien entre l'infiniment petit et l'infiniment grand. Connecter des domaines différents, placer des détecteurs différents sur un même objet : la physique pourrait bien être au bord de bouleversements comme elle en a connus à la fin du XIX^e siècle !

 **Henri Dupuis**

Transdisciplinarité

Comme on a pu le lire, la transdisciplinarité est plus que jamais la règle dans le domaine de la physique des particules. Christophe Delaere souligne ce dialogue permanent avec les astrophysiciens : « *Nos expériences avec les grands accélérateurs nous mettent dans des conditions très proches de celles du Big Bang. Si nous mettons un jour en évidence les particules à l'origine de la matière noire, cela va évidemment impacter leur domaine de recherches. Et inversement, leurs observations contraignent nos recherches, les orientent.* »

Et les habitués du CERN de rappeler aussi tout ce que la technologie actuelle doit aux recherches fondamentales sur les particules : développement des aimants supraconducteurs et leur application en médecine, traitement des données, conception du WWW...

Open Science

En physique, particulièrement dans le domaine des grandes collaborations internationales, l'open access va de soi depuis toujours. Tous les articles sont déposés en avant-première sur la plateforme Arxiv où chacun peut les consulter et les discuter avant qu'ils soient publiés dans les revues.

Intelligence artificielle

Le LHC produit 30 millions de croisements de faisceaux de protons par seconde engendrant un nombre important de processus différents. Toutes les collisions ne peuvent être enregistrées et il faut dès lors les identifier avec des algorithmes en temps réel, avant d'effectuer un tri plus poussé lors de l'analyse des données. Pour cette seconde étape, l'utilisation de réseaux de neurones et du deep learning est désormais la norme; et ces techniques se généralisent désormais aussi pour la première.



Fascinante, l'IA va bouleverser la recherche et la société !

Depuis le début de l'année 2023, l'intelligence artificielle (IA) est partout. En quelques mois, elle a conquis de multiples domaines et son représentant le plus illustre, le désormais incontournable robot conversationnel ChatGPT, a tout balayé sur son passage. Annonceuse de grands changements, elle séduit autant qu'elle inquiète, charriant de multiples questions. Quelles nouvelles technologies ? Quels types d'algorithmes ? Quelles nouvelles compétences pour les chercheurs ? Quels domaines impactés ? Quels freins nécessaires ? Trois experts nous en parlent.

Depuis l'apparition de GPT-4, le modèle de langage qui a succédé à GPT-3, lui-même à la source de ChatGPT, une véritable frénésie s'est emparée des acteurs du numérique. Il ne se passe plus un jour sans que l'on entende parler d'un nouveau système à base d'IA.

Enivrante pour les uns, cette course à l'IA est très préoccupante pour les autres. D'où la lettre ouverte publiée par le *Future of Life Institute* le 22 mars dernier pour alerter le monde sur les dangers et les dérives qu'une telle technologie pourrait engendrer.

Craignant « des risques majeurs pour l'humanité », plus de 1300 chercheurs en IA, et diverses personnalités comme Steve Wozniak, et Jaan Tallinn, les co-fondateurs d'Apple et de Skype, ainsi qu'Elon Musk, le patron de Space X, Tesla et de Twitter, ont signé cette lettre. Sur un ton résolument alarmiste, ils appellent à une « prise de recul » générale après

le développement de GPT-4, réclamant une pause d'au moins six mois durant laquelle plus rien ne doit sortir des labos avant d'avoir redéfini des règles et des protocoles de sécurité pour encadrer l'utilisation des systèmes à base d'IA.

Nombreux sont néanmoins les experts qui trouvent la proposition naïve et qui préfèrent se concentrer sur les innombrables bénéfices de l'IA.

Alerter, pas bloquer

Bien qu'il ait signé la lettre, car il admet que l'IA est une technologie potentiellement dangereuse si elle n'est

pas contrôlée, Marco Dorigo, Directeur de recherches FNRS et co-directeur d'IRIDIA (le laboratoire d'intelligence artificielle de la Faculté des sciences appliquées de l'ULB) considère, lui aussi, qu'il est assez illusoire de vouloir bloquer son développement.

« Je ne crois pas que ce soit la meilleure façon de prendre en compte le problème, » confie cet expert en IA, robotique autonome, simulation de systèmes complexes, informatique et intelligence en essaim et inventeur de la métaheuristique d'optimisation des colonies de fourmis.

« Le but est plutôt d'alerter la presse et qu'ainsi le monde politique et le grand public se rendent compte de l'existence d'un problème éthique potentiel. Mais nous n'empêcherons pas l'essor de l'IA. La seule inconnue, c'est la vitesse à laquelle tout cela va se mettre en place et la véritable question est de savoir si on doit permettre un développement sans frein et sans contrôle de la société. Il ne sera guère aisé d'obtenir un consensus international sur cette question. »

Des questions à résoudre

Ex-élève et désormais collègue du Pr Dorigo au sein d'IRIDIA, également Directeur de recherches FNRS à l'ULB, Mauro Birattari est spécialisé en machine learning, IA, intelligence computationnelle et en particulier en conception automatique d'algorithmes en essaim et de systèmes multi-robots favorisant la coopération de ces derniers dans l'accomplissement d'une tâche. Il n'entrevoit pas non plus de freins à l'avènement de l'IA. Et il est relativement confiant.

« Nous sommes en train d'assister à une progression relativement étonnante et continue. Je pense qu'il y a des étapes à franchir mais je ne vois pas un problème énorme qui empêcherait l'évolution future de l'IA et de la robotique, et une présence de plus en plus importante des machines et

des robots dans notre vie quotidienne. Si on parle de la robotique, il y a évidemment des questions que la société en général, donc pas seulement les scientifiques, va devoir résoudre pour permettre aux machines et aux robots de perdurer et surtout d'apporter des bénéfices. Elles ne sont pas seulement liées à l'IA en tant que telle. Ce sont souvent des questions mécaniques (batteries des robots, matériaux utilisés...), culturelles (acceptabilité des robots dans notre vie quotidienne), légales (statut d'une machine dans notre société), liées aux assurances (qui est en tort si jamais un robot cause un préjudice à quelqu'un ?) ou éthiques. »

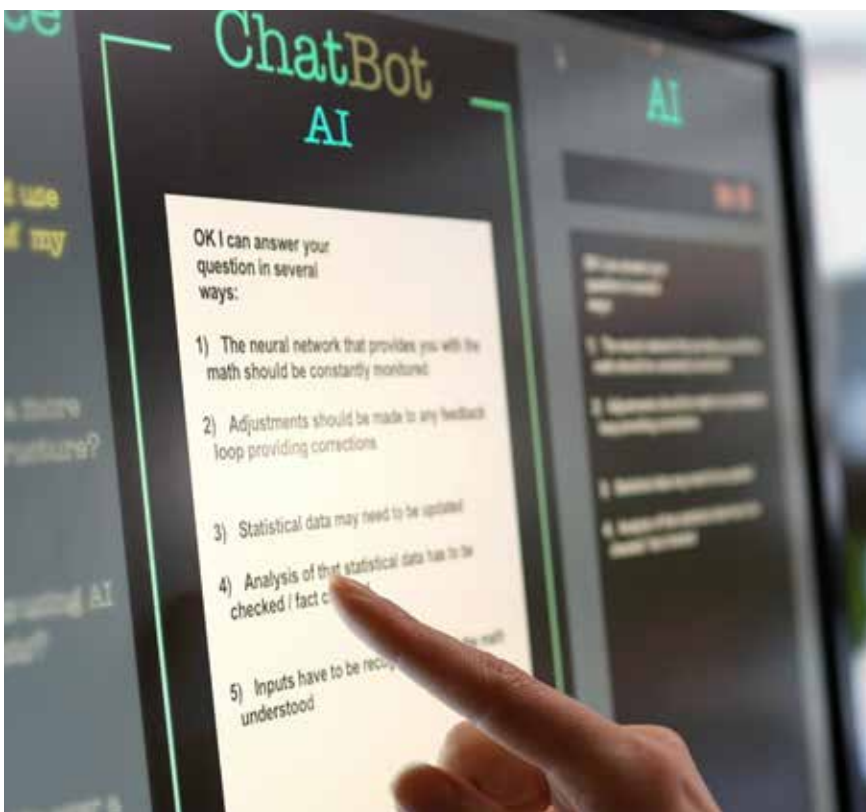
Sécurité et explicabilité

Chercheur qualifié FNRS, responsable du Département de mathématiques de l'UMONS, après avoir réalisé un cursus davantage tourné vers l'informatique théorique, Mickael Randour liste également toute une série de freins liés à l'IA. Il cite l'éthique et l'impact sociétal, notamment sur l'emploi.

« Plus on utilise des IA dans la société pour prendre des décisions, plus il est important de vérifier que ces décisions sont fixées de manière non discriminatoire, en respectant la législation. D'un point de vue technique, qu'il s'agisse d'IA software ou de robotique, grâce aux données de plus en plus nombreuses et à la puissance de calcul



 **Marco Dorigo**, Directeur de recherches FNRS, IRIDIA, ULB



“
La seule inconnue, c'est la vitesse à laquelle tout cela va se mettre en place.



 **Mauro Birattari**, Directeur de recherches FNRS, IRIDIA, ULB



Je crois qu'à l'avenir les algorithmes et les méthodes d'IA pourront nous aider à tous niveaux : émettre des prédictions, résoudre des problèmes, faire des analyses ou même trouver des médicaments.

toujours plus grande pour les stocker et les traiter, les choses qu'on sait faire sont de plus en plus impressionnantes. Les IA créatrices qui génèrent des images, c'est très bluffant, de même que les robots qui se déplacent un peu comme les humains. Mais tout n'est pas clair dans la manière dont nos données sont utilisées pour obtenir de tels résultats et les gens n'ont pas nécessairement marqué leur accord. D'autre part, nous ne comprenons pas forcément comment, à partir de la masse de données, les décisions des IA se forment, comment le raisonnement est élaboré. Par exemple dans le domaine médical, on voudrait non seulement avoir un diagnostic mais aussi être capable d'expliquer comment on est arrivé à ce diagnostic, à la fois pour s'assurer que cela s'est fait de manière logique, et pour pouvoir fournir des informations pertinentes aux patients.

« Un des challenges en termes de recherche, c'est avoir des algorithmes pour expliquer les décisions mais aussi être capable d'expliquer les algorithmes eux-mêmes. Globalement, on ne comprend pas assez l'IA et, vu son implication toujours plus grande

dans la société, c'est quelque chose qui est pourtant primordial. Au même titre que la sécurité, l'explicabilité est importante mais, compte tenu de la nature de l'IA, c'est un défi. »

Intégrer notre univers

Pour le futur, Mauro Birattari considère que l'IA va devenir de plus en plus proche du monde réel, qu'elle va intégrer notre univers plutôt que nous obliger à rentrer dans le sien. « Avant, on savait l'appliquer à des contextes très abstraits et très structurés, par exemple le jeu d'échecs. Mais à présent, nous avons des systèmes comme ChatGPT qui sont capables d'interagir dans un langage naturel avec l'être humain sans que ce dernier soit tenu d'utiliser un langage de programmation. Il en va un peu de même en robotique. A l'origine, les robots travaillaient dans des usines où tout était structuré pour leur permettre d'accomplir une tâche bien définie et maintenant on commence à voir des robots qui aspirent la maison ou qui coupent le gazon. Ils opèrent dans notre monde et s'y adaptent petit à petit. »

« Nous avons besoin de systèmes d'IA qui peuvent travailler sur des concepts, élaborer des raisonnements abstraits, mais aussi de systèmes d'IA qui savent résoudre des problèmes très concrets, manipuler des objets et gérer la matière, » poursuit-il. « Evidemment, la recherche en IA doit aussi se concentrer sur le traitement de grandes masses de données. Je crois qu'à l'avenir les algorithmes et les méthodes d'IA pourront nous aider à tous niveaux : émettre des prédictions, résoudre des problèmes, faire des analyses ou même trouver des médicaments, découvrir de nouvelles structures pour des protéines. »

IA et robotique vont de pair

Pour sa part, Marco Dorigo se garde de prédire à moyen ou à long terme la direction que prendra l'IA. Il se borne à constater que pour l'instant, le deep learning et les méga-données (ou Big Data) ont le vent en poupe. « Nous



en avons besoin pour faire fonctionner des technologies particulières comme l'apprentissage automatique. » Et il plaide pour qu'on n'oppose pas IA et robotique. « L'IA a pour but de donner aux machines une capacité d'intelligence similaire à celle de l'être humain. La robotique essaie de construire des robots qui soient utiles pour les êtres humains. C'est donc une des possibles applications de l'IA. Imaginez un véhicule autonome. On peut dire que c'est un robot. La robotique va s'occuper de la construction du véhicule et l'IA va faire en sorte qu'on puisse le contrôler de façon intelligente. »

Nouvelles compétences

Quant à Mickael Randour, il est persuadé que l'IA va impacter toute la société, et en particulier tous les chercheurs. « Cela fait des dizaines d'années que beaucoup de gens font de l'IA mais actuellement c'est un peu à la mode parce que l'IA monte en puissance et devient de plus en plus prégnante dans la société. Il va falloir s'adapter et voir comment se servir de ces nouveaux outils à bon escient, un peu comme on a éduqué les étudiants à l'utilisation de Wikipédia. Les personnes qui n'auront pas un minimum de maîtrise de l'outil informatique et donc de l'IA seront de plus en plus laissées sur le carreau. »



Mickael Randour, Chercheur qualifié FNR, Département de mathématiques, UMONS

Enfin, les trois experts en IA se rejoignent pour dire que les développements actuels de l'IA vont impliquer pour les chercheurs la nécessité de développer de nouvelles compétences dans des domaines qu'ils ne connaissaient pas auparavant.

« Par exemple l'application au domaine biomédical de l'IA a poussé des chercheurs qui possédaient déjà des compétences en IA à s'approcher de la médecine, et de la biologie » conclut Mauro Birattari. « Certes, ils ne sont pas devenus des biologistes ou des médecins mais ils ont réussi à maîtriser suffisamment les questions et le langage parlé par les spécialistes de ces domaines pour pouvoir interagir avec eux et finalement fournir à la médecine et la biologie des instruments importants et qui le seront encore plus dans le futur. »



Luc Ruidant

Transdisciplinarité

Dès l'instant où on veut appliquer l'IA dans le monde réel, les trois experts interrogés conviennent que la transdisciplinarité est essentielle.

« Etant donné que j'étudie comment des groupes de robots peuvent coopérer les uns avec les autres, j'ai toujours travaillé avec des biologistes, » souligne Marco Dorigo. « J'examine leurs travaux sur les insectes sociaux, et même sur les êtres humains, la façon dont ils coopèrent. Comme les outils de l'IA vont être développés dans un peu tous les domaines, le fait de comprendre le principe de fonctionnement d'un programme informatique en général, d'une IA en particulier, sans forcément connaître tous les détails, cela va permettre à un chercheur en médecine ou en biologie ou à un juriste de bien utiliser l'outil. »

« Une IA sera d'autant plus efficace si les spécialistes de l'IA arrivent à comprendre les disciplines auxquelles ils veulent appliquer leurs méthodes mais également si les experts des différents domaines arrivent à comprendre ce qu'est vraiment l'IA et dans quel sens elle peut les aider, » confirme Mauro Birattari.

« Dès l'instant où on veut appliquer l'IA dans le monde réel, la transdisciplinarité s'impose, » complète Mickael Randour.

“
Un des challenges en termes de recherche c'est avoir des algorithmes pour expliquer les décisions mais aussi être capable d'expliquer les algorithmes eux-mêmes.

Open Science

Sans hésitation, les trois experts considèrent que l'open access est important pour l'évolution de l'IA.

« De manière générale, pour que la science puisse avoir un impact positif sur la société, il est important que l'information puisse circuler le plus librement possible, » assure Mauro Birattari. « Et, en ce qui concerne l'IA, c'est en effet incontournable si on veut faire en sorte qu'un système ne soit pas dangereux et qu'il puisse vraiment être utile pour tous. »

« C'est surtout pour les données que l'accès ouvert est important, » précise Marco Dorigo. « Il y a actuellement une course aux données car ce sont elles qui permettent aux algorithmes de faire leur apprentissage. »

« Et cet open access n'est pas toujours évident », ajoute Mickael Randour. « Du moins quand il s'agit des acteurs privés qui sont nombreux dans l'IA. Les plus gros ont les moyens de faire évoluer l'IA en achetant plein de données. Donc ils n'ont pas vraiment besoin de l'open access. Par contre, quand on est dans la recherche publique, il convient que les avancées soient accessibles à toute la communauté scientifique et qu'on sache ce qu'il y a sous le capot si on veut aller vers des IA sur lesquelles on a un certain contrôle. »

Neurosciences : augmenter le potentiel des techniques actuelles

Dans le domaine des neurosciences, la créativité en matière de techniques de recherche et le perfectionnement des méthodes existantes paraissent illimités, permettant sans cesse de nouvelles découvertes. Si la neuroimagerie semble loin d'avoir révélé son plein potentiel, les diverses approches s'annoncent de plus en plus globales et multidisciplinaires.

Dans la recherche en général et les neurosciences en particulier, ce que l'on savait il y a quelques décennies, était bien peu de chose à côté de l'explosion de découvertes réalisées au cours des dernières années, chaque nouvelle technique amenant son lot de nouvelles observations, de découvertes, d'idées émergentes... L'évolution actuelle est vertigineuse. Peut-on pour autant prédire les techniques de recherche futures ? Nous avons posé la question à quatre chercheuses et chercheurs FNRS.

Christine Bastin est neuropsychologue et Maître de recherches FNRS au GIGA CRC In vivo Imaging - Aging & Memory (ULiège). Elle étudie le fonctionnement cognitif du cerveau par l'observation des impacts négatifs des lésions cérébrales sur le comportement. « *Je m'intéresse plus particulièrement au fonctionnement de la mémoire épisodique qui est la mémoire des événements vécus personnellement. Je mène mes recherches dans le domaine du vieillissement à la fois normal et pathologique, ce dernier domaine incluant les maladies neurodégénératives comme la maladie d'Alzheimer.* » Elle utilise l'IRM anatomique et fonctionnelle, ainsi

que la tomographie par émission de positons. « *Si les données en neuroimagerie sont toujours les mêmes, les ingénieurs développent des méthodes de plus en plus sophistiquées pour les traiter, ce qui nous permet d'obtenir des informations qu'on n'avait pas autrefois et de bien avancer.* »

Les recherches menées par Aurore Thibaut, kinésithérapeute de formation, Chercheuse qualifiée FNRS à l'ULiège et codirectrice du GIGA Consciousness - Coma Science Group, visent notamment à trouver des traitements pour améliorer la récupération des patients post-coma bloqués dans un état de conscience

“

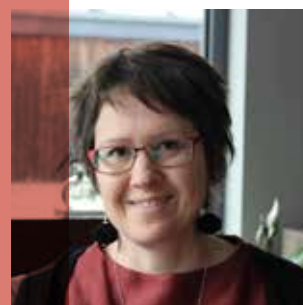
Je doute donc qu'on aille vers des méthodes encore plus complexes ou invasives. Nous cherchons avant tout à mieux utiliser, ou différemment, les outils actuels afin de pouvoir aborder de nouvelles questions.

altérée. « D'un côté, nous développons des algorithmes hyper pointus, comme le deep learning ou le machine learning, pour mieux comprendre ce qu'est la conscience et son émergence, et faire des prédictions sur le pronostic des patients. D'un autre côté, nous appliquons les connaissances découvertes grâce à ces outils de pointe pour développer des techniques plus facilement utilisables dans tous les hôpitaux car le but final, c'est d'améliorer le diagnostic et la prise en charge du patient. Les outils de neuroimagerie nous permettent désormais de détecter la conscience cachée des patients en état d'éveil non-répondant, ce qui a donné naissance au concept de dissociation cognitivo-motrice. Cela va changer la prise en charge du patient et impacter son pronostic sur le long terme. »

Laurent Nguyen est Directeur de recherches FNRS au Laboratoire de Régulation Moléculaire de la Neurogenèse – GIGA-Stem Cells & GIGA-Neurosciences (ULiège). Il cherche à comprendre les mécanismes liés au développement du cortex cérébral. Pour ce faire, il recourt, entre autres méthodes, aux modèles in vitro de culture bi- ou tridimensionnels à partir de cellules humaines dérivées de cellules souches pluripotentes induites. « Ces organoïdes cérébraux sont une ébauche simplifiée du développement du cerveau humain à des stades extrêmement précoces. Néanmoins, ils ne pourront jamais être comparés à un cerveau, ce qui est assez limitant pour pouvoir analyser et modéliser correctement le développement du cerveau in vivo. C'est donc la créativité des neurobiologistes qui permettra d'approcher au maximum la vérité in vivo en utilisant les bonnes recettes pour créer des organoïdes de plus en plus raffinés en termes de différenciation et répondre à des questions spécifiques. »

D'autre part, le projet Win2Wal de la Région wallonne réunit actuellement plusieurs laboratoires, dont celui de Laurent Nguyen. « Nos recherches visent à réduire au maximum la quantité de cellules nécessaires pour extraire l'information protéique, le but ultime étant d'identifier le protéome d'une seule cellule. Dans les cinq années à venir, nous allons donc développer des analyses en biologie cellule unique à l'échelle protéomique. Ce sera un avènement important, non seulement pour les neurosciences, mais certainement aussi pour la cancérologie et d'autres domaines biomédicaux. »

Pierre Maurage, Chercheur qualifié FNRS, codirige le Louvain Experimental Psychopathology Research Group (UCLouvain) dont les recherches portent sur l'exploration des conséquences cognitives, émotionnelles et interpersonnelles de la consommation excessive d'alcool. « Via le volet neurosciences, nous tentons de découvrir les bases cérébrales des déficits émotionnels et de cognition sociale chez ces patients. Au niveau de la recherche clinique et de la recherche appliquée, nous sommes très loin d'appliquer l'ensemble des techniques de neurosciences à leur plein potentiel. Je doute donc qu'on aille vers des méthodes encore plus complexes ou invasives. Nous cherchons avant tout à mieux utiliser, ou différemment, les outils actuels afin de pouvoir aborder de nouvelles questions. A cette fin, nous développons notamment des méthodes d'analyse en eye tracking. Dans le domaine de la neuroimagerie, nous arrivons à aller beaucoup plus loin en matière de précision anatomique grâce à des nouvelles techniques d'analyse et d'enregistrement. »



 **Christine Bastin**, Maître de recherches FNRS, GIGA CRC In vivo Imaging - Aging & Memory, ULiège



 **Pierre Maurage**, Chercheur qualifié FNRS, Louvain Experimental Psychopathology Research Group (UCLEP), UCLouvain

“

Si les données en neuroimagerie sont toujours les mêmes, les ingénieurs développent des méthodes de plus en plus sophistiquées pour les traiter.



“
D'un côté, nous développons des algorithmes hyper pointus pour mieux comprendre ce qu'est la conscience... D'un autre côté, nous appliquons les connaissances découvertes grâce à ces outils de pointe pour développer des techniques plus facilement utilisables dans tous les hôpitaux.

Vers une approche plus holistique

Les recherches en neurosciences évoluent désormais sur une voie beaucoup plus globale. « La base de notre recherche, c'est de dire que le patient alcoolodépendant ne se réduit pas à une machine déréglée qui n'arrive pas à se contrôler ou qui n'a pas assez de mémoire et d'attention, explique Pierre Maurage. Il s'agit aussi d'une personne avec des interactions sociales qui, finalement, ne sait pas se réinsérer dans la société ou interagir correctement avec ses proches quand elle sort de cure. C'est pourquoi une approche de vision plus globale de la personne émerge dans les nouveaux modèles avec l'idée qu'il faut aussi intégrer l'aspect social et psychologique, et pas seulement l'aspect biologique ou neurologique. »

Cette vision globale conduit à des approches novatrices. « Nous développons des techniques de réalité virtuelle consistant à mettre le patient dans un environnement proche de la vie réelle pour explorer des phénomènes, notamment celui de l'attractivité liée à l'alcool », poursuit Pierre Maurage. Ou à cet autre projet visant à mettre en lien le fonctionnement cérébral et le fonctionnement intestinal. « Nous menons ce projet avec des collègues de l'UCLouvain, notamment Philippe de Timary et Sophie Leclercq, tous deux spécialisés dans l'exploration du microbiote intestinal (voir FNRS.news 126, 18 chercheuses et chercheurs qualifiés en 2022). »

Le Coma Science Group d'Aurore Thibaut et un autre laboratoire appelé Sensation and Perception Research Group font partie du GIGA-Consciousness, lequel s'inscrit totalement dans cette approche



 **Aurore Thibaut**, Chercheuse qualifiée FNRS, GIGA Consciousness - Coma Science Group, ULiège

holistique. « Nos thématiques de recherche sont multiples : les états modifiés de conscience, la transe cognitive, la pleine conscience, l'hypnose, les expériences de mort imminente, la mémoire du coma, etc. », détaille la chercheuse.

« L'approche holistique est obligatoire en neurosciences, soutient de son côté Christine Bastin. Tous les facteurs sont interconnectés. Quand on étudie par exemple la cognition humaine, on ne peut absolument plus faire abstraction d'éléments comme le bien-être d'une personne, son type d'études, ses loisirs, son

alimentation, la qualité de son sommeil et même l'impact de la pollution de l'air car cela peut aussi modifier le fonctionnement cognitif et l'intégrité du cerveau. L'approche sociale du fonctionnement des individus est par ailleurs en train d'émerger car il est essentiel de tenir compte des liens sociaux et de l'intégration sociale des individus. Dans le domaine du vieillissement, on sait qu'une personne socialement isolée aura un déclin plus rapide qu'un patient bien entouré. »



Colette Barbier



Laurent Nguyen, Directeur de recherches FNRS, Laboratoire de Régulation Moléculaire de la Neurogenèse – GIGA-Stem Cells & GIGA-Neurosciences, ULiège

Transdisciplinarité

Cette approche holistique nécessaire intensifie de facto les collaborations inter-domaines, d'autant plus que la réunion des diverses expertises est désormais essentielle pour continuer de progresser dans les neurosciences. « On essaie de réunir des biologistes, des psychologues, des ingénieurs, des chimistes, des informaticiens, etc. pour avoir une vision beaucoup plus multiple des points de vue et parce que toutes ces compétences sont indispensables », nous dit Christine Bastin.

Dans son laboratoire, Laurent Nguyen travaille de plus en plus avec des bio-informaticiens, des physiciens, des chimistes. « La transdisciplinarité est indispensable parce que la biologie est très complexe et souvent entachée de chimie et de physique. Nous collaborons par exemple avec Anne-Sophie Duwez (ULiège) et David Alsteens (UCLouvain), spécialistes de la microscopie à force atomique. »

Même réalité du côté de Pierre Maurage : « Nous travaillons de concert avec des chercheurs qui font des neurosciences fondamentales et qui développent des paradigmes et des techniques dont nous bénéficions. Il y a, dans le domaine de la neuroimagerie et de l'eye tracking, des algorithmes d'acquisition et d'analyse de données qui sont au-delà de nos compétences et nécessitent la collaboration d'ingénieurs, de mathématiciens, de physiciens. »

Dans l'unité d'Aurore Thibaut, le travail est depuis longtemps très multidisciplinaire. « Comme nous touchons aussi à la conscience, il nous arrive de travailler avec des philosophes. » Elle attire l'attention sur les collaborations internationales. « Par exemple, en ce qui concerne le développement des algorithmes, nous travaillons entre autres avec l'équipe de Gustavo Deco, lequel est à la fois physicien, psychologue, informaticien et professeur à l'Université Pompeu Fabra de Barcelone. Avec l'Université de Milan et l'équipe de Marcello Massimini, nous essayons de développer des techniques plus pratiques et plus facilement utilisables pour détecter la conscience au chevet du patient. »

Open Science

Le partage des données ? Nécessaire aux yeux des quatre chercheurs ! C'est même devenu une routine pour Pierre Maurage. « Cela va logiquement de pair avec le travail multidisciplinaire », estime Christine Bastin. « Notre population de patients étant peu nombreuse, nous sommes obligés de mettre nos données en commun pour faire avancer la recherche », souligne Aurore Thibaut. Laurent Nguyen en conclure : « On fait de la recherche en mettant les briques les unes sur les autres. Raison pour laquelle il est important de donner accès aux fondations. »

Intelligence artificielle

Nos quatre chercheurs sont unanimes pour dire que l'intelligence artificielle est une alliée quand elle permet de produire des quantités astronomiques de données et de les brasser pour en extraire de précieuses informations, des tâches impossibles pour l'homme. « En matière d'intelligence artificielle, nos ingénieurs utilisent le machine learning que je trouve très utile car il permet de décoder des phénomènes, de combiner beaucoup d'informations en même temps, de les confronter pour faire ressortir des éléments communs », explique Christine Bastin.

Pour Pierre Maurage, « l'intelligence artificielle est clairement une aide à partir du moment où son rôle est maîtrisé. Evidemment, en tant que chercheur, on se demande jusqu'où l'intelligence artificielle peut nous aider et à partir de quand elle pourrait prendre notre place. Il me semble que l'originalité des chercheurs, ce sera toujours de se poser de nouvelles questions et des hypothèses de recherche, ce qui semble difficile à atteindre par une intelligence artificielle, pour l'instant du moins. »

« La pertinence de l'œil humain est essentielle, analyse quant à lui Laurent Nguyen. Et je ne pense pas que l'intelligence artificielle pourrait apporter la créativité qui est, selon moi, un privilège de l'homme. »

Aurore Thibaut appelle à une certaine prudence. « Il ne faudrait pas que l'intelligence artificielle conduise à une simplification de la problématique des patients post coma car il y a énormément de paramètres qui expliquent leur état. »

Cancer : l'avenir de la recherche

C'est à la fois la beauté et le drame de la recherche : chaque réponse, chaque solution, déclenche une nouvelle avalanche de questions. Et, dans le domaine de l'oncologie, c'est d'autant plus vrai que les cellules cancéreuses sont prêtes à tout pour assurer leur survie. Pour les tenir en échec, les chercheurs doivent devenir, comme elles, des champions de l'adaptation.

“

La question est : comment la cellule cancéreuse passe-t-elle d'un état cellulaire à l'autre, et ne serait-il pas possible de bloquer ce saut vers la résistance à la chimiothérapie...?

« **N**ous devons sortir des sentiers battus ! Parce que les cellules cancéreuses, elles, le font tout le temps ! » Directrice de recherches FNRS à l'Institut de Duve (UCLouvain), Anabelle Decottignies s'interroge depuis vingt ans sur les mécanismes qui permettent aux cellules cancéreuses de se diviser à l'infini, acquérant du même coup la jeunesse éternelle. En s'intéressant au rôle des télomères dans cette quête d'immortalité, la chercheuse s'est rendu compte que, chez l'enfant, dans 30% des cancers solides et près de 100% des cancers des os, la télomérase classique est remplacée par un mécanisme particulier, qu'elle n'hésite pas à qualifier de « tout à fait farfelu », et qui renforce encore les chances des cellules cancéreuses... mais les rend aussi plus vulnérables, car reconnaissables entre toutes !

Télomères alternatifs

« Nous essayons de comprendre comment ce mécanisme alternatif de maintien des télomères se met en place, quels sont les gènes nécessaires pour que ces cellules farfelues restent vivantes et surtout quelles sont leurs faiblesses, de manière à pouvoir les retourner contre elles. Le diagnostic est au point : nous pouvons déjà repérer à coup sûr les cellules dotées de ces télomères alternatifs, et donc déterminer d'avance quels enfants pourront bénéficier de la solution, lorsque nous l'aurons. » Attaquer les cellules cancéreuses en exploitant à leurs dépens les instruments de leur éternité, c'est aussi ce que fait le Professeur Cédric Blanpain. Il dirige le laboratoire des Cellules souches et du Cancer à l'ULB, et est Promoteur Télémie, PDR-FNRS et WELBIO. À l'heure actuelle, il s'intéresse surtout aux sauts des

cellules cancéreuses d'un état cellulaire à l'autre. « *Nous savons aujourd'hui qu'au sein d'un cancer, toutes les cellules ne sont pas égales : selon l'état cellulaire dans lequel elles se trouvent, elles sont plus promptes à proliférer, ou à résister à la chimio, ou à donner des métastases... Grâce à de nouvelles technologies, comme le séquençage de cellule unique, nous disposons aujourd'hui d'une cartographie très précise de ces états cellulaires. Et la question est : comment la cellule cancéreuse passe-t-elle d'un état cellulaire à l'autre, et ne serait-il pas possible de bloquer ce saut vers la résistance à la chimiothérapie, par exemple, de manière à rendre la cellule susceptible au traitement ?* »

Le cancer selon Garp

Cette volonté de prendre les cellules cancéreuses à leurs propres pièges se retrouve aussi chez Sophie Lucas, professeure à l'UCLouvain, directrice d'un groupe de recherche en immunologie et immunothérapie du cancer à l'Institut de Duve, elle aussi, Promotrice Télévie, PDR-FNRS et WELBIO. C'est dans ce but qu'elle se consacre, avec son équipe, aux lymphocytes T régulateurs ou Tregs, qui freinent les réponses immunitaires et nous protègent donc contre les maladies auto-immunitaires, mais peuvent jouer un rôle délétère dans le cancer, en inhibant les lymphocytes T antitumeurs. « *Nous avons eu la chance d'identifier, à la surface des Tregs, une protéine appelée Garp – en référence au roman de John Irving Le monde selon Garp – qui contrôle la*

production de TGF- β , une cytokine chargée de délivrer aux lymphocytes antitumeurs un message inhibiteur très puissant. Ces Tregs étant donc les alliés déclarés des cellules cancéreuses, nous avons développé contre eux un anticorps monoclonal qui bloque la libération du TGF- β et l'empêche de délivrer son message immunosuppresseur. » L'espoir étant évidemment que cet anticorps anti-Garp aide le système immunitaire à rejeter les tumeurs.

Reprogrammation

Rejeter une tumeur, c'est bien. L'empêcher de se former, c'est encore mieux. Dans sa recherche sur le cancer du sein, Alexandra Van Keymeulen, Maître de recherches FNRS au Laboratoire des cellules souches et du cancer de l'ULB, commence tôt. « *Chez des souris que nous avons prédisposées au cancer du sein, nous observons tout ce qui se passe jusqu'à l'apparition de la tumeur. Tout a l'air normal, mais le processus est déjà en cours : les cellules se reprogramment et retrouvent des propriétés de cellules souches. Le véritable thème de nos recherches, c'est cette plasticité qui se développe avant l'apparition de la tumeur. Notre objectif, en étudiant ce mécanisme, est de découvrir des biomarqueurs du cancer, permettant de bloquer précocement ce processus. Ce serait évidemment le rêve, surtout pour les femmes porteuses de mutations héréditaires du gène BRCA1 ou BRCA2, qui n'ont actuellement d'autre solution, pour échapper à la menace, que de se faire "tout enlever".* »



 **Anabelle Decottignies,**
Directrice de recherche FNRS,
Institut de Duve, UCLouvain



 **Cédric Blanpain,**
Directeur du Laboratoire des
cellules souches et du cancer,
Promoteur Télévie, PDR-FNRS,
WELBIO, ULB

“

**Nous devons
sortir des sentiers
battus ! Parce
que les cellules
cancéreuses,
elles, le font tout
le temps !**





La moitié de notre génome est composée de reliquats de virus, en général silencieux, mais qui se réveillent en cas de cancer.

Vaccins : le retour

Autant de recherches, autant d'outils pour les thérapies très ciblées qui font l'unanimité chez les chercheurs. Selon Sophie Lucas, « l'avenir est dans des combinaisons d'immunothérapies avec des armes plus conventionnelles comme la chimiothérapie et la radiothérapie, mais aussi d'immunothérapies entre elles, avec notamment la réintroduction des vaccins antitumoraux, dont les immunothérapies devraient renforcer le potentiel immunogénique. Si, grâce à des techniques comme le séquençage à haut débit, on réussit à identifier, patient par patient, tumeur par tumeur, les mécanismes immunosuppresseurs à l'œuvre, les antigènes exprimés, les vaccins à développer, on fera des progrès énormes en termes d'efficacité et de réduction de toxicité. »

Vieillesse prématurée

Moins les thérapies sont ciblées, en effet, plus elles font de dégâts dans l'organisme. Les cancers pédiatriques

en témoignent. « Comme ils sont rares – à peine 350 nouveaux cas par an en Belgique – ils sont mal soignés, souligne Anabelle Decottignies, parce que les groupes pharmaceutiques n'investissent pas. Résultat : pour la plupart des cancers pédiatriques solides, on ne propose pas de thérapie ciblée. On les soigne avec des chimiothérapies datant des années 1980, tout à fait non spécifiques et extrêmement toxiques. Pourtant, le taux de guérison est bon – 85% en moyenne. Mais ce qu'on oublie de dire, c'est que les enfants ainsi traités présentent des comorbidités importantes – problèmes neurologiques, perte d'audition, problèmes cardiaques, cancers secondaires, choc post-traumatique... – et surtout que les chimiothérapies les font vieillir prématurément. La seule solution, ce sont les thérapies à la carte, qui s'attaquent aux cellules cancéreuses sans détruire au passage les cellules saines. »

Mon rêve ? Un dégradeur !

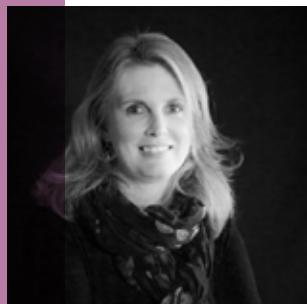
Dans le domaine de l'oncologie, la frontière entre la recherche fondamentale et la recherche appliquée est parfois poreuse. L'anticorps monoclonal de Sophie Lucas et de son équipe, par exemple, a suscité l'intérêt d'une société de biotechnologie, puis d'une firme pharmaceutique, « et en collaboration avec elles, nous avons pu mener progressivement cet anticorps anti-Garp jusqu'au développement clinique. La firme pharmaceutique qui a pris notre invention en licence a lancé un essai clinique de phase 1, auquel notre département d'oncologie aux Cliniques universitaires Saint-Luc a pu participer, pour le tester en combinaison avec une immunothérapie existante. Et une partie de mon équipe travaille sur les biopsies des patients de l'étude, afin de déterminer si notre médicament donne des signes d'activité... » Mais Cédric Blanpain va plus loin : « Je veux développer parallèlement ma recherche fondamentale et une recherche appliquée, de manière à pouvoir proposer, dans 10 ou 15 ans, un médicament qui, j'en espère, sauvera des vies. Tous les chercheurs fondamentaux n'ont pas forcément cette tentation, mais moi je suis médecin de formation et interniste de spécialisation... C'est mon côté médical qui

ressort ! » Le médicament dont il rêve ? « Aucun doute : ce sera ce qu'on appelle un dégradeur. Un médicament qui reconnaît sa cible et l'élimine : dehors, poubelle ! C'est un concept original, qui devrait permettre de résoudre des problèmes réputés intraitables... »

High risk, high gain

Cette aspiration à l'originalité et à l'audace est présente, plus ou moins discrètement, chez la plupart des chercheurs. « L'audace, résume Anabelle Decottignies, ça peut parfois coûter très cher, mais ça peut aussi rapporter gros ! Le Conseil européen de la recherche, d'ailleurs, ne finance que des projets audacieux et risqués, sous la devise "High risk, high gain" ! » Et, l'an dernier, le FNRS a créé les Audacious Medical Grants, financés par du mécénat privé et visant à soutenir des projets de recherche « audacieux, originaux, créatifs, et caractérisés par un fort potentiel disruptif, une dimension exploratoire, qui n'exige donc pas nécessairement de résultats préalables ». Alexandra Van Keymeulen y avait postulé avec un projet sur le rôle des rétrovirus dans le cancer du sein. « La moitié de notre génome est composée de reliquats de virus, en général silencieux, mais qui se réveillent en cas de cancer. Mon projet n'a pas été retenu dans ce cadre, mais a été financé par le Télévie. »

Alors, audace ou pas audace ? « Même si elle doit rester contrôlée, afin de préserver notre objectivité, l'audace est indispensable pour générer des idées nouvelles, conclut Sophie Lucas. Mais c'est une qualité plus souvent attribuée aux hommes qu'aux femmes, ce qui est totalement injuste. Aux stades avancés de la carrière académique, les femmes sont largement sous-représentées, un phénomène que j'entends souvent expliquer par notre soi-disant moindre audace ou capacité à supporter la pression. C'est évidemment faux ! Les portes, nous ne demandons qu'à les enfoncer. Nous sommes aussi brillantes, aussi audacieuses, aussi créatives, aussi curieuses et aussi productives que nos collègues masculins. Mais il faut se rendre à l'évidence : nous rencontrons plus d'obstacles au fil de notre carrière. Alors cessons de croire que notre genre est collectivement incapable de réussir dans la recherche ! »



Alexandra Van Keymeulen,
Maître de recherches FNRS,
Laboratoire des cellules souches
et du cancer, ULB



Marie-Françoise Dispa



 **Sophie Lucas,**
Professeure, Promotrice Télévie,
PDR-FNRS et WELBIO, Institut de
Duve, UCLouvain



L'avenir est dans des combinaisons d'immunothérapies avec des armes plus conventionnelles comme la chimiothérapie et la radiothérapie, mais aussi d'immunothérapies entre elles.



Transdisciplinarité

Pour certains chercheurs, la transdisciplinarité va de soi. « *Je ne maîtrise pas tout, reconnaît Cédric Blanpain. Les maths, par exemple. Ça m'oblige à m'entourer de gens brillants – un physicien théoricien de Cambridge, trois bioinformaticiens... - qui complètent mes propres connaissances.* » Mais d'autres déplorent, dans le financement des recherches, une pression croissante à la transdisciplinarité. « *Si la transdisciplinarité peut être encouragée, elle ne doit pas être imposée, souligne Sophie Lucas, surtout aux dépens de recherches monodisciplinaires essentielles. Alors, non au dogmatisme : même si elle est plus facile à financer, une recherche transdisciplinaire n'est pas nécessairement plus intéressante qu'une recherche monodisciplinaire !* »

Open Science

Publier leurs résultats de recherche en open access, et avoir également libre accès aux résultats de leurs confrères : la plupart des chercheurs sont pour. « *L'ennui, souligne Anabelle Decottignies, c'est que ça coûte beaucoup trop cher. Publier un article en open access dans une revue scientifique, après des années de recherche pendant lesquelles nous n'avons produit que de la connaissance, ça coûte entre 6000 et 6500 euros.* » « *Tous les chercheurs vous diront la même chose, insiste Sophie Lucas. Nos recherches ne sont financées que si nous publions dans des revues prestigieuses, mais nous n'avons pas le droit d'utiliser ces mêmes financements pour le faire ! C'est le serpent qui se mord la queue !* » « *Les plus ardents promoteurs de l'open access sont ceux qui peuvent l'assumer financièrement, conclut Cédric Blanpain. C'est la dictature des riches ! Nous voulons continuer à publier dans les meilleures revues du monde, mais, plutôt que de nous limiter dans les montants que nous pouvons dépenser pour cela, faites pression sur ces revues pour qu'elles baissent leurs prix !* »

Intelligence artificielle

Plutôt un outil précieux, déjà testé en France dans le suivi des traitements. Capable d'analyser des masses de données en continu, l'IA permet notamment de prendre de l'avance dans le dépistage des récidives. « *Et, pour la même raison, elle devrait accélérer nos travaux, admet Alexandra Van Keymeulen. Alors, analyser, quantifier, oui, mais pas de ChatGPT dans mes recherches !* » Reste à savoir si l'IA, actuellement en pleine accélération, ne risque pas d'échapper au contrôle. « *Peut-être devrions-nous nous donner le temps d'y réfléchir, suggère Cédric Blanpain, car tout ce dont nous pouvons être sûrs à ce stade, c'est que l'impact de l'IA sera considérable. Mais, pour ma part, j'ignore ce qu'elle va nous apporter de bon ou de mauvais...* »

Nouveaux horizons juridiques

La recherche en droit connaît, elle aussi, d'importantes mutations : de nouveaux champs d'études apparaissent et sont appelés à se développer. L'urgence climatique par exemple constitue l'un des paramètres de relecture de la discipline avec l'émergence d'un véritable droit de la nature. Autre exemple : le droit des religions, qui n'échappe pas non plus aux questionnements et à une possible évolution. Éclairages et perspectives d'avenir avec des experts de ces deux domaines de recherche.

La nature, sujet de droit ?

Depuis que des milliers d'hectares de forêts brûlent chaque année partout dans le monde et que des inondations touchent des zones jusque-là protégées de ce type de catastrophes, la société civile prend peu à peu conscience de l'urgence de s'intéresser aux questions climatiques ! Les citoyens, conscientisés, souhaitent que des règles soient mises en place et que l'on protège plus efficacement la nature. « *Ce qui est très nouveau en matière de droit de l'environnement, c'est la conversation globale qui s'accroît véritablement grâce aux réseaux sociaux et au fait que tout le monde est interconnecté. On observe une discussion globale sur des sujets pointus comme le contentieux*

climatique, l'air ambiant, les nouveautés concernant le droit à la nature. Cette discussion, en lien évidemment aussi avec les rencontres internationales et les avancées du contentieux et de la littérature scientifique, permet de faire circuler des idées à l'échelle du monde, de les prendre au sérieux, de voir leurs avantages et inconvénients de manière plus systématique qu'il y a une vingtaine d'années. Cela permet une sorte d'hybridation des écoles de pensées en droit, explique Delphine Misonne, Chercheuse qualifiée FNRS et professeure en droit de l'environnement et changements climatiques à l'Université Saint-Louis-Bruxelles. Ce qui est nouveau également, c'est que la société commence à s'intéresser à ces sujets et à prendre part à la conversation : est-ce que le droit réussit à protéger la nature, l'air, l'eau, le climat ? Quelles sont ses failles ? Faut-il



 **Delphine Misonne,**
Chercheuse qualifiée FNRS,
Centre d'étude du droit de
l'environnement, Université
Saint-Louis-Bruxelles

changer certaines choses ? Ce qui concerne l'environnement et le climat n'est plus une matière de niche qui n'intéresse que les spécialistes. »

Une perception que confirme Christine Frison, Chargée de recherches FNRS et professeure en droit du développement durable à l'UCLouvain : « Ces derniers temps, il y a de plus en plus de mouvements et de pressions pour reconnaître des droits à la nature. Il est urgent d'investir de nouveaux champs de recherche et de nouvelles méthodologies pour pouvoir répondre aux enjeux actuels et aux questions complexes tels que le réchauffement climatique, la perte de la biodiversité ou l'épuisement des ressources auxquels nous devons faire face à très court terme ».

Droit de l'environnement vs droit de la nature ?

Jusque très récemment, les juristes participaient à la construction et à la critique d'un droit de l'environnement, une discipline assez vaste qui touche aux aspects juridiques de la protection des milieux et à la prévention des pollutions industrielles, en ce compris en agriculture, par la mise sous contrôle d'une multitude d'activités humaines et en forçant l'ouverture des portes des cours et tribunaux pour que les questions environnementales y soient enfin traitées. Mais, poursuit Delphine Misonne, « il y a désormais un nouvel intérêt dans la recherche en droit pour des questionnements à l'égard du substrat de base sur lequel, en droit commun, notre société est construite. Sachant que

la "nature" est encore vue en priorité comme une ressource exploitable, alors que c'est quand même la condition de la vie humaine sur terre. On n'hésite plus à revenir à l'idée d'accorder des droits à cette même nature, à une époque où l'humain lui-même commence seulement à être mieux protégé dans sa jouissance d'un droit à un environnement sain. » Et Christine Frison de souligner : « Ce type de réflexion autour de la nature est très intéressante ! C'est un changement de positionnement pour la nature qui passerait d'objet de droit à sujet de droit. Reconnaître la nature en tant que telle où les entités qui constituent ce qu'on appelle la nature ne sont plus des objets de droit que l'on doit réglementer mais deviennent des sujets de droit. Dès lors, ces derniers auraient des droits comme une personne ou une entreprise et on devrait les respecter ». On parlerait alors de droit de la nature et non plus de droit de l'environnement. « Les juristes spécialisés en environnement depuis 20-30 ans sont parfois confrontés à des remises en question par un discours opposant droit de la nature au droit de l'environnement alors que c'est complémentaire. C'est une avancée de la matière qui ne doit pas être vue comme une opposition », insiste Delphine Misonne.

Ce changement de paradigme a d'ailleurs déjà été adopté dans certaines régions du monde ! L'Inde, l'Équateur, la Bolivie et la Nouvelle Zélande ont, de différentes façons et pour diverses raisons, reconnu ce droit de la nature. En Équateur, par exemple, c'est la nature qui est reconnue comme étant la mère de tous, une entité globale sujet de droit. Tandis que la Nouvelle Zélande a reconnu des droits spécifiques à la rivière Whanganui et l'Inde, à certaines forêts. Dans certains

cas, ce droit a été intégré dans la constitution du pays, dans d'autres, une nouvelle législation a été créée ou c'est un juge, lors d'un jugement, qui a reconnu ce droit. « Le droit est un outil, et le juriste peut être très créatif quand on ne le contraint pas dans un cadre trop strict », souligne Christine Frison.

Quid de la situation en Europe ?

« En Europe, le mouvement est en marche mais pour l'instant il n'y a pas encore de règlement ou de directive qui reconnaît ce droit de manière uniforme même si au Parlement européen, le groupe des Verts pousse pour sa reconnaissance. Toutefois, l'Union européenne (UE) reste à l'avant-garde, il y a une réelle volonté d'avoir des objectifs de protection environnementale élevés », poursuit-elle. Delphine Misonne rappelle quant à elle que l'on vient de loin : « Il faut savoir qu'avant les années 70, l'environnement n'était pas pris au sérieux dans les négociations politiques. C'est seulement par les avancées de la jurisprudence européenne que la protection de l'environnement a été reconnue comme un objectif d'intérêt général qui ne doit pas s'incliner devant le déploiement de l'activité économique. Depuis, l'arsenal législatif s'est considérablement étoffé et l'UE a aussi une volonté forte d'agir au niveau international pour faire face aux problèmes planétaires. » Reste qu'à mesure que les législations environnementales commencent à être prises au sérieux parce qu'elles sortent enfin leurs griffes, d'aucuns considèrent qu'elles sont devenues excessives.

“

**C'est un
changement de
positionnement
pour la nature qui
passerait d'objet
de droit à sujet de
droit.**



 **Christine Frison,**
Chargée de recherches FNRS,
Institut pour la recherche
interdisciplinaire en sciences
juridiques, UCLouvain

Un droit des relations

Et si, pour mieux protéger la nature et éviter d'opposer droit de la nature et développement économique, tout était une question de point de vue ? C'est ce que suppose un autre champ de la recherche en droit : le droit des relations entre les humains et leur environnement. Comme l'explique Christine Frison, « Il s'agirait de travailler sur un droit qui protégerait la relation que l'être humain a avec l'écosystème dans lequel il vit. Pour l'instant c'est abstrait comme concept mais j'ai l'intuition que reconnaître et protéger cette relation sera beaucoup plus à même de protéger l'environnement car l'être humain verra de facto l'intérêt qu'il a à protéger cette relation puisque dans le cas contraire, son cadre de vie sera impacté ». Une vision appelée par d'autres le « principe de solidarité écologique » et qui n'est pas en contradiction avec l'activité économique, souligne Delphine Misonne : « Que ce soit pour l'activité économique et agricole ou la lutte contre le réchauffement climatique, il est aujourd'hui clairement démontré que la nature doit être saine, et même restaurée ».

Si le travail à abattre est encore long, la recherche en droit va dans le bon sens. Ainsi, en juillet 2022, les Nations Unies ont reconnu le droit à un environnement

sain, propre et durable comme droit humain. Il s'agit d'une avancée mondiale importante puisque dorénavant, les États sont incités à redoubler d'efforts pour garantir ce nouveau droit à toutes et tous.

Le droit des religions, un autre champ de recherche qui évolue

Le droit des religions connaît aussi de nouveaux développements. « Ce qui est novateur, actuellement, c'est de poser un regard sur les droits religieux qui n'est ni un regard extérieur sur la chose religieuse, ni à usage interne - c'est-à-dire qui n'est pas pour les fidèles qui souhaitent savoir si, en tant que pratiquants, ils ont le droit de faire quelque chose ou pas », explique Stefan Goltzberg, Chercheur qualifié FNRS et professeur en philosophie du droit à l'ULB. « Il s'agit plutôt de s'attarder sur le raisonnement juridique et donc sur la manière dont on justifie les règles à l'intérieur des religions. Mais aussi de comprendre ses origines et ses sources, d'analyser quelle est la valeur d'une règle, comment celle-ci est perçue, etc. »

« L'intérêt de ce type d'approche est double. D'une part, car il s'agit de droits enseignés aux enfants religieux dès leur plus jeune âge. On pourrait donc s'en inspirer pour enseigner le droit "classique" avant 18 ans. Le droit est finalement très peu enseigné avant l'université, ce qui fait de l'Occident une civilisation un peu étrange du point de vue des droits religieux où les enfants apprennent des récits et des règles de droit très tôt. »

« D'autre part, le droit canonique a influencé le droit français, allemand et anglais. Mieux connaître le droit des religions peut nous aider à mieux comprendre l'histoire du droit et peut-être même son mécanisme », conclut Stefan Goltzberg.

 **Élise Dubuisson**

“
Il s'agirait de travailler sur
un droit qui protégerait la
relation que l'être humain a avec
l'écosystème dans lequel il vit.





 **Stefan Goltzberg,**
Chercheur qualifié FNRS,
Centre de théorie politique,
ULB



**Mieux connaître le droit
des religions peut
nous aider à mieux
comprendre l'histoire du
droit et peut-être même
son mécanisme.**

Transdisciplinarité

« Adopter la transversalité, dans la recherche en droit traitant des questions environnementales, c'est relativement évident, explique Delphine Misonne. Quand on s'intéresse à ces matières, nous sommes confrontés à un spectre assez large de dimensions qui se révèlent liées entre elles », en ce compris sur des aspects de justice sociale. « Il faut absolument mobiliser des méthodologies de recherche qui viennent des sciences sociales comme l'anthropologie ou la sociologie mais aussi des méthodologies qui viennent des sciences dures pour pouvoir construire une approche la plus complète possible d'une même problématique et donc pouvoir répondre le mieux possible aux enjeux complexes qui nous occupent », poursuit Christine Frison.

Toutes deux se rejoignent également sur le besoin d'associer cette transversalité à une expertise pointue dans des domaines très précis. *« Il ne s'agit pas de devenir expert en tout mais plutôt*

de soutenir les projets de recherche collaboratifs et horizontaux entre chercheurs et acteurs de terrain », indique Christine Frison. Pour Delphine Misonne, il importe évidemment d'être « très pointu dans ses sujets et d'être pionnier pour produire des connaissances ainsi que des données nouvelles et originales, tout en étant capable de faire des liens, de comparer, de dialoguer, de voir la big picture. Les deux approches sont nécessaires ».

Intelligence artificielle

Les chercheurs en droit gardent bien entendu un œil sur le développement de l'intelligence artificielle. Tous n'en font cependant pas une priorité. A l'instar de Christine Frison qui indique qu'en matière d'agriculture et d'alimentation, par exemple *« il existe des slow tech vraiment efficaces qui devraient être plus investies avant de mettre les pleins moyens sur l'IA. »*

Delphine Misonne voit dans certains aspects de l'intelligence artificielle et dans d'autres évolutions comme les images de la terre produites par les satellites, une aide potentielle pour les chercheurs en droit de l'environnement : *« Un des succès du droit de l'environnement, c'est d'avoir consacré un très robuste accès à l'information en matière environnementale. Pour brasser et analyser ces données, mieux vaut ne pas rater le train des nouvelles possibilités éventuelles qui permettraient de mieux comprendre ce qu'il se passe véritablement sur le terrain, dans des champs a priori très techniques et complexes. Attention cependant, indique Christine Frison, à la pollution qu'engendre l'utilisation de l'IA. Il s'agirait de bien évaluer et doser son utilisation, pour ne pas créer plus de pollution que de bénéfices liés à son utilisation. »*

L'Académie royale de Belgique :

un Collegium pour soutenir les jeunes générations



© Alberto Fernandez M. - Académie royale de Belgique

« **E**n 2022, l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique a fêté ses 250 ans. C'était l'occasion rêvée pour instituer une nouvelle entité au cœur de l'Académie, dénommée Collegium, fondamentalement tournée vers l'avenir et qui regroupera, à terme, 40 membres, âgés de moins de 40 ans lors de leur élection et nommés pour 5 ans maximum.

Il semble en effet évident que toutes les Académies, quelles qu'elles soient, ont intérêt à structurer au mieux leurs contacts avec les jeunes générations de scientifiques ou d'artistes. L'attribution de prix ou de subventions constitue bien évidemment un soutien important aux jeunes carrières, mais il faut aller bien au-delà et construire un véritable dialogue entre les générations, dans

le cadre des missions des Académies et avec ce même objectif de partage d'expériences entre disciplines différentes. Nombreuses sont les Académies qui ont ainsi suscité la mise sur pied de "Young Academies". L'Académie royale de Belgique a cependant souhaité construire un lien fort entre ses quatre Classes et le Collegium. Ainsi, les 40 membres du Collegium sont rattachés, par 10, aux Classes et en partagent la vie et les activités, en plus de l'autonomie qui leur est acquise.

Lorsque le Collegium aura atteint sa "vitesse de croisière", il pourra également entrer directement en contact avec les autres "Young Academies" (à commencer sans doute par son homologue flamande), ce qui renforcera aussi les liens entre scientifiques et

artistes de plusieurs horizons nationaux et, in fine, confortera les Académies dans leurs missions de plateformes d'échanges, non seulement nationaux, mais aussi internationaux. Car si l'on veut développer une culture de l'interdisciplinarité et de l'ouverture des sciences et des arts, il importe de soutenir les jeunes générations dans cette voie. Nous espérons que le Collegium en sera un instrument particulièrement efficace, qui contribuera à décloisonner les disciplines et à irriguer les milieux scientifiques et artistiques de la Fédération Wallonie-Bruxelles en diffusant les valeurs de l'Académie royale de Belgique et en contribuant à la réalisation de ses missions historiques. »



Didier Viviers

Secrétaire perpétuel de l'Académie royale de Belgique

Le Collegium sera progressivement constitué sur les cinq prochaines années. Les seize premiers membres ont été installés le 16 décembre 2022. Ils ont accepté de se présenter mais aussi de confier leurs attentes et leurs atouts.

Mireille Alhouayek

Directrice du Collegium, Chercheuse qualifiée FNRS à l'UCLouvain



Âge : 40 ans

Études : Master en sciences pharmaceutiques. Diplôme d'université en pharmacie clinique hospitalière et officinale, Université Saint Joseph, Beyrouth, Liban. Doctorat en sciences biomédicales et pharmaceutiques, UCLouvain.

Domaine de recherche : Étude du rôle des médiateurs lipidiques dans le contexte de l'inflammation pour mieux comprendre les maladies inflammatoires et proposer des approches pharmacologiques permettant de favoriser la résolution de l'inflammation.

Comment voyez-vous vos fonctions de Directrice du Collegium ?

« Le Collegium ayant été établi très récemment, nous devons tout d'abord déterminer la direction qu'il prendra dans les années qui viennent. Nous avons l'opportunité, en toute liberté par rapport à l'Académie, de définir les thématiques que nous voulons explorer et les projets que nous voulons mener et partager au cours d'événements organisés par le Collegium. Mon rôle dans ce contexte est d'animer les réunions mensuelles du Collegium et de canaliser l'enthousiasme et la créativité qui caractérisent nos rencontres. Les disciplines et expertises des différents membres étant très diversifiées, il me semble important de veiller à ce que tous les points de vue soient entendus et discutés. Enfin, de par ma fonction, je dois également assurer le lien entre les membres du Collegium et l'Académie. »

Qu'apportez-vous au Collegium ?

« Je suis passionnée par la recherche, notamment par l'opportunité qu'elle offre de soutenir le développement du bien-être de la société. Ma motivation est d'avoir l'opportunité de mener des recherches qui pourront aboutir à une amélioration de la santé, et de partager mes connaissances avec non seulement mes collègues mais également le grand public.

Les dernières années ont mis au premier plan le rôle important de la recherche pré-clinique et clinique, l'adaptabilité et la réactivité de cette recherche face aux problèmes rencontrés, mais surtout, l'importance primordiale de la communication claire et du dialogue entre les scientifiques et la société. J'espère pouvoir contribuer à ce dialogue, notamment en participant aux activités du Collegium. »

Charles Doyen

Vice-Directeur du Collegium, Maître de recherches FNRS à l'UCLouvain

Comment voyez-vous vos fonctions de Vice-Directeur du Collegium ?

« En tant que Vice-Directeur du Collegium, je me considère comme un catalyseur des idées et propositions qui germent au fil de chacune de nos rencontres. Nous ne sommes que les seize premiers membres du Collegium, et nous avons reçu de la part de l'Académie un espace de liberté et de créativité totales pour mettre en place nos modalités de fonctionnement et définir collectivement les projets que nous souhaitons mener. Cette expérience est extrêmement enrichissante sur les plans humain et intellectuel ! La direction que prendra le Collegium dans les prochaines années influencera probablement ses travaux à plus long terme, lorsque nous

aurons atteint le quota de quarante membres. Pour une fois, l'expérience de la page blanche est stimulante plutôt qu'angoissante... »

Qu'apportez-vous au Collegium ?

« J'espère d'abord pouvoir apporter au Collegium du temps et de l'enthousiasme ! Mon expérience en gestion d'équipe et de projets est probablement un atout supplémentaire dans cette aventure humaine. Enfin, je suis heureux d'apporter mon expertise en littératures anciennes et en sciences de l'Antiquité, qui résonne souvent avec les problématiques actuelles et interdisciplinaires dont nous nous emparons dans le cadre du Collegium. »



Âge : 40 ans

Études : Licence en langues et littératures classiques. Master en langues et littératures orientales anciennes. Doctorat en langues et lettres.

Domaine de recherche : Histoire économique de l'Antiquité et plus particulièrement la métrologie historique et l'anthropologie de la mesure, c'est-à-dire l'étude de la production, des usages et des représentations des normes métrologiques (poids et mesures).

Antoine Baudry

Ce que le Collegium m'apporte :

« Il est encore trop tôt pour répondre de manière empirique, mais assurément de la visibilité à mes domaines de recherche qui sont parfois peu connus en dehors de la sphère professionnelle, l'occasion de décroiser et croiser les regards également. »

Ce que j'apporte au Collegium :

« Ici aussi il est trop tôt pour le dire... J'ai à cœur de promouvoir les rapports entre les chercheurs professionnels et le public non initié, un savoir non partagé est aussi triste (et plein de promesses) qu'un livre qui n'est jamais ouvert ! »



Âge : 35 ans

Études : Master en histoire de l'art et archéologie, UNamur et ULiège. Doctorat en histoire, histoire de l'art et archéologie, ULiège.

Fonction : Archéologue, Assistant à l'ULiège.

Domaine de recherche : Archéologie du bâti, histoire de l'architecture, histoire de la construction.



Âge : 36 ans

Études : Droit et histoire, spécialisation en droit européen acquise en France, Belgique et Suisse.

Fonction : Professeure de droit à l'ULB.

Domaine de recherche : Droit européen, en particulier la manière dont l'Union européenne s'adapte aux évolutions actuelles (Brexit, défense des droits de l'homme sur la scène internationale, guerre en Ukraine, etc.).

Chloé Brière

Ce que le Collegium m'apporte :

« Une ouverture sur d'autres disciplines et d'autres domaines de recherche, dans les sciences humaines et sociales et au-delà. »

Ce que j'apporte au Collegium :

« Une ouverture sur les sciences juridiques et la manière dont le droit se construit en interaction avec d'autres domaines (la politique, l'histoire, la philosophie) et accompagne les évolutions et découvertes scientifiques (encadrement et soutien à la recherche, mais aussi d'éventuelles limites qui y sont fixées). »

Émilie Caspar

Ce que le Collegium m'apporte :

« Selon moi, la science a tout à gagner à aller beaucoup plus à la rencontre de la société en général et à travailler de concert avec des acteurs sociétaux. L'une des missions du Collegium est de faire ce lien. »

Ce que j'apporte au Collegium :

« La majeure partie de mon travail consiste à faire des "neurosciences de terrain", que ce soit en prison, ou encore au Rwanda ou au Cambodge avec d'anciens génocidaires et des victimes. Mon expertise dans la liaison entre science et société peut fortement contribuer à la réalisation des objectifs du Collegium. »



Âge : 35 ans

Études : Psychologie expérimentale et neuropsychologie.

Fonction : Professeure de neurosciences à l'Université de Gand.

Domaine de recherche : Neurosciences sociales et cognitives.



Âge : 39 ans

Études : Ph.D. du MIT et postdoctoral fellow, Harvard. Ingénieur civil en mathématiques appliquées, UCLouvain et en ingénierie mathématique, KULeuven. Ecole Centrale, Paris.

Fonction : Professeur de mathématiques appliquées et d'informatique à l'Imperial College de Londres.

Domaine de recherche : Computational Privacy.

Yves-Alexandre de Montjoye

Ce que le Collegium m'apporte :

« Une opportunité de collaborer avec des personnes en dehors de ma discipline sur des questions de société. »

Ce que j'apporte au Collegium :

« Une expertise sur les techniques de protection de la vie privée. »



Âge : /

Études : Chant lyrique, Conservatoire royal de Bruxelles, École Normale de Musique de Paris Alfred Cortot. Doctorat en Arts et Sciences de l'Art (musique), VUB et Conservatoire royal de Bruxelles.

Fonction : Artiste lyrique.

Domaine de recherche : Musique.

Sarah Defrise

Ce que le Collegium m'apporte :

« Le Collegium est une occasion unique de découvrir de nouveaux territoires de la pensée. Rares sont les lieux où se côtoient astrophysiciens, juristes, et chanteurs lyriques. »

Ce que j'apporte au Collegium :

« Je travaille comme chanteuse lyrique indépendante et consacre la majeure partie de ma vie à la pratique de mon instrument plutôt qu'à de la recherche proprement dite. Espérons que cette singularité pourra apporter un point de vue différent au sein du Collegium. »

Anne-Sophie V. Radermecker

Ce que le Collegium m'apporte :

« La possibilité de bénéficier des infrastructures logistiques et éditoriales de l'Académie, l'opportunité de côtoyer d'excellents chercheurs et artistes de la même génération, de nouer des contacts et d'entamer des collaborations riches de sens, apprendre à connaître d'autres pratiques disciplinaires. »

Ce que j'apporte au Collegium :

« Les arts et la culture se situent, par essence, à la croisée des disciplines. Le secteur culturel n'étant, à tort, pas toujours considéré comme une priorité, je tente d'en démontrer l'importance dans nos sociétés et le potentiel en matière de transdisciplinarité. »



Âge : 33 ans

Études : Double diplôme en Histoire de l'art et en Gestion culturelle, ULiège. Thèse de doctorat FNRS au sein de la Filière de Gestion culturelle, Département d'Histoire, Arts et Archéologie, ULB.

Fonction : Chargée de recherches FNRS à l'ULB.

Domaine de recherche :

Économie des arts et de la culture, et plus spécifiquement dans le marché des arts visuels, avec un intérêt particulier pour les marchés secondaires locaux. Lauréate d'un ERC Starting Grant, donnant la possibilité d'approfondir le rôle que jouent les parties prenantes de ce négoce dans la préservation du patrimoine informel et d'investiguer le potentiel des objets anciens en matière de consommation durable.



Âge : 40 ans

Études : Bachelor en droit et sciences politiques (spécialisation en droit privé et droit financier). Master of Arts en sociologie, LLM en théorie du droit. Doctorat en sciences juridiques. Postdoctorat en intelligence artificielle.

Fonction : Professeur associé à HEC Paris, affilié au département de droit et au Centre Hi! Paris

en Data Analytics et intelligence artificielle. Directeur du Smart Law Hub.

Domaine de recherche : Nouvelles technologies, intelligence artificielle et blockchain, droit financier, droit de données.

David Restrepo Amariles

Ce que le Collegium m'apporte :

« La possibilité de nous retrouver entre jeunes académiques en dehors des contraintes de vitesse et performance, mais en même temps en lien avec les Classes de l'Académie, peut nous aider à mettre nos propres travaux de recherche en perspective et à produire un engagement académique plus en lien avec la cité. »

Ce que j'apporte au Collegium :

« Je pense apporter une vision internationale et interdisciplinaire sur les aspects liés aux nouvelles technologies (IA et blockchain), les questions éthiques et de régulation, et les impacts sociétaux et industriels de ces technologies. Je suis aussi très intéressé par le travail collectif dans la Classe Technologie et Société et au sein du Collegium. »



Âge : 38 ans

Études : Master Ingénieur civil architecte, ULiège. Master en Sciences du Travail et Société, CNAM, Paris/Bordeaux. Doctorat en Sciences de l'Ingénieur, ULiège.

Fonction : Professeure à l'ULiège, Faculté des sciences appliquées, Département «Urban and Environmental Engineering».

Domaine de recherche : Sciences de la conception (Design Research). A l'intersection des sciences et techniques et des sciences humaines et sociales, recherches sur l'interaction entre les concepteurs.

Catherine Elsen

Ce que le Collegium m'apporte :

« Le Collegium me permet de compléter un réseau de contacts et d'expertises dans des domaines pointus à l'interface de toutes les Classes de l'Académie. Il offre également de formidables opportunités pour la dissémination de nos démarches scientifiques, et l'articulation de celles-ci avec les questions contemporaines qui animent notre quotidien. »

Ce que j'apporte au Collegium :

« Je pense apporter une vue transversale "d'acteur du monde de la conception", avec un regard original sur les questions de société. Je suis également la seule au sein du Collegium (sauf erreur de ma part) à porter des thématiques comme les enjeux de développement du territoire, de démocratie participative, de logement pour accueillir le bien-vieillir. »

Nathan Goldman

Ce que le Collegium m'apporte :

« Un lieu d'échange pluridisciplinaire avec de jeunes personnalités originales et épanouies, un terrain créatif. »

Ce que j'apporte au Collegium :

« Mon expertise en sciences et recherche fondamentale, mon esprit critique, mon intérêt pour les arts et les activités pluridisciplinaires. »



Âge : 40 ans

Études : Sciences physiques, ULB.

Fonction : Maître de recherches FNRS à l'ULB.

Domaine de recherche : Physique quantique.



Âge : 34 ans

Études : Master à finalité spécialisée en arts plastiques, visuels et de l'espace, spécialité Art dans l'espace public, Académie royale des Beaux-Arts de Bruxelles, Ecole supérieure des Arts.

Fonction : Artiste plasticien, artiste-enseignant à l'Académie royale des Beaux-Arts de Bruxelles.

Domaine de recherche : Arts plastiques, langage et poésie visuelle, avec notamment une réflexion d'ordre institutionnel quant aux conditions d'accès du public à la culture matérielle et aux relations de pouvoir qui les réglementent.

Florian Kiniques

Ce que le Collegium m'apporte :

« Rencontrer les préoccupations de personnalités scientifiques disposant d'une expertise forte et reconnue dans des domaines variés, faire entendre les préoccupations de mon secteur et j'y tiens : donner à entendre la voix de celles et ceux issu(e)s de ce secteur. »

Ce que j'apporte au Collegium :

« Étant actuellement le seul plasticien, de surcroît non porteur d'un titre scientifique, j'espère pouvoir amener un point de vue décalé sur les questions qui seront traitées par le Collegium en produisant une tonalité poétique au sein des échanges. »

Charles H. Pence

Ce que le Collegium m'apporte :

« L'opportunité de travailler dans un contexte interdisciplinaire avec des collègues venant de tous les domaines, dans le cadre historique de l'Académie. »

Ce que j'apporte au Collegium :

« La perspective philosophique et éthique sur la relation entre la science et notre société, mais qui reste en dialogue étroit avec la pratique scientifique. »



Âge : 38 ans

Études : EA.B., philosophie, Princeton University. Ph.D., Histoire et philosophie des sciences, University of Notre Dame.

Fonction : Chargé de cours à l'Institut supérieur de philosophie de l'UCLouvain.

Domaine de recherche : Philosophie et Histoire des sciences de la vie.



Âge : 38 ans

Études : Biologie moléculaire.

Fonction : Chercheuse qualifiée FNRS au Lab of cancer stemness de l'ULiège.

Domaine de recherche : Rôle des ARNt en tant que nouveaux acteurs dans la détermination du destin cellulaire avec un accent particulier sur l'établissement des cellules souches cancéreuses.

Francesca Rapino

Ce que le Collegium m'apporte :

« Le Collegium me donne l'opportunité de rencontrer des chercheurs de différents domaines et la possibilité de réfléchir à de nouvelles façons de partager les connaissances de manière interdisciplinaire. »

Ce que j'apporte au Collegium :

« Je pense que j'apporterai un point de vue plus international au Collegium, en tant qu'étrangère adoptée en Belgique ! »

Elise Dermine

Ce que le Collegium m'apporte :

« Le Collegium est un lieu d'oxygénation où nous pouvons, grâce aux échanges entre collègues, élargir notre champ de vision, pour ensuite réenvisager nos recherches dans un cadre plus global et interdisciplinaire. »

Ce que j'apporte au Collegium :

« Je participe depuis quelques années à un groupe de travail de la Classe Technologie et Société sur la démocratisation des entreprises, au sein duquel j'espère contribuer aux débats en les éclairant sur l'histoire sociale belge et sur les enjeux juridiques. »



Âge : 39 ans

Études : Droit.

Fonction : Chargée de cours à la Faculté de droit et de criminologie de l'ULB.

Domaine de recherche : Droit du travail, plus spécifiquement les liens entre droit et inégalités au travail, les transformations de l'État social et l'accès au droit et à la justice.



Âge : 31 ans

Études : Mathématiques.

Fonction : Chercheur qualifié FNRS à l'ULB.

Domaine de recherche : Analyse d'équations aux dérivées partielles, physique mathématique.

Mitia Duerinckx

Ce que le Collegium m'apporte :

« Une possibilité d'interactions transdisciplinaires d'une rare étendue. »

Ce que j'apporte au Collegium :

« Parmi les autres scientifiques, les mathématiciens ont un rôle assez singulier à jouer, les buts de leur discipline étant avant tout de nature esthétique et créative. Comme citoyen engagé, je souhaite également pousser la crise d'extinction de la biodiversité et la crise climatique au centre des préoccupations de l'Académie. »

Vincent de Coorebyter,

le « sociologue sauvage »



D'un doctorat à l'ULB centré sur Sartre à la société civile, en passant par l'expertise politique : le philosophe bruxellois a connu une carrière en trois temps. Son fil conducteur ? La passion et la liberté de penser.

Comment tombe-t-on dans la marmite de l'analyse politique quand on est philosophe et qu'on nourrit une passion pour l'œuvre de Jean-Paul Sartre ? Comment passe-t-on de la recherche universitaire à la lumière éblouissante des plateaux de télévision afin de commenter, pendant quinze ans, l'évolution du paysage politique belge au soir des élections et à l'occasion de ses multiples crises ?

« A aucun moment, je n'ai suivi des études de droit ou de sciences politiques »

Au commencement, il y a donc eu les études, pourrait-on dire. « Après mes Humanités, à l'Athénée de Koekelberg, et avant de finalement porter mon choix sur la philosophie, pour mes études supérieures

j'avais d'abord envisagé différentes options en lien avec les sciences humaines et sociales », se souvient Vincent de Coorebyter. « La littérature, l'économie, la sociologie, l'anthropologie m'ont fait hésiter. Tout comme les romanes ou la psychologie. J'imaginais enseigner. J'ai choisi la philo, dans l'idée de donner ensuite des cours de morale plutôt que de français. Mais à aucun moment, je n'ai suivi des études de droit ou de sciences politiques. »

Un paradoxe pour un homme connu pour occuper aujourd'hui la Chaire de Philosophie sociale et politique contemporaine à l'ULB. Et qui avant cela a assuré la direction générale, pendant quinze ans, du Centre de recherche et d'information socio-politiques (Crisp) ?

« Après mes études universitaires, j'ai refusé de faire un service militaire », reprend-il. « À l'époque, l'objection de conscience m'a logiquement amené à réaliser un service civil. Pendant vingt mois,

j'ai donc travaillé comme chercheur au Crisp ». Une affectation qui aura été une première expérience dans le domaine sociopolitique pour le jeune diplômé, lequel ne lâche pas pour autant la philosophie.

Au lendemain de son service, il se lance dans une thèse en philosophie, grâce à une bourse FNRS. « J'avais vraiment envie d'aller au fond des choses », précise-t-il, « d'étudier Sartre de manière approfondie. Dans un premier temps, j'ai vu trop grand. Je m'étais donné comme sujet de thèse l'étude du système rhétorique et argumentatif de "L'Être et le Néant". Il s'agissait de plonger dans la manière dont Sartre prenait son lecteur par la main pour essayer de le convaincre, autant d'un point de vue littéraire que sur la forme argumentative. Mais je n'avais que des connaissances partielles de son œuvre. Il m'a donc semblé naturel de commencer par lire tout Sartre. Car même pour parler d'un



Je suis une sorte de sociologue sauvage. Sans avoir étudié la sociologie, mon travail à cheval sur deux facultés est largement empreint de cette science transversale.

seul livre, il faut connaître l'œuvre complète, depuis les premiers essais philosophiques et littéraires. J'ai donc lu toute son œuvre par ordre chronologique, jusqu'aux publications posthumes. Cela m'a permis de resserrer mon sujet de thèse. Elle a finalement porté sur son œuvre philosophique de 1924 à 1934. Soit la décennie avant qu'il ne pose les bases de sa doctrine ("L'Être et le Néant" a été publié en 1943, "La Nausée" en 1938). »

« Au cours de ces travaux, j'ai découvert des textes peu connus. Cela m'a permis d'identifier des pistes de recherche excitantes autour de la notion de contingence, qui est le grand thème de "La Nausée", un des deux livres de Sartre qui m'avaient marqué à l'adolescence. J'ai aussi travaillé sur un volet plus technique de l'œuvre de Sartre, à savoir son lien avec la phénoménologie de Husserl. »

Les trois avantages du doctorat

En 1998, après sa thèse, Xavier Mabilie, alors Directeur général du Crisp, invite l'ancien objecteur de conscience à déjeuner. Une « réunion de travail », ou plus exactement, une rencontre assortie d'une proposition... qui ne se refuse pas. Xavier Mabilie, qui est sur le départ, lui propose de reprendre la direction générale du Crisp. Vincent de Coorebyter tergiverse. D'accord, mais avec un contrat de 32 heures par semaine, à réaliser en quatre jours. « Je voulais continuer à mener mes recherches sur Sartre les trois autres jours de la semaine », confie-t-il.

La période la plus médiatique du philosophe-politologue démarre alors. Elle durera jusqu'en 2013, quand l'Université le happera pour lui confier la chaire de Philosophie sociale et politique contemporaine. Une chaire transversale commune à la Faculté de Philosophie et Sciences sociales et à la Faculté de Droit et de Criminologie à l'ULB. « Je suis une sorte de sociologue sauvage », dit-il. « Sans avoir étudié la sociologie, mon travail à cheval sur deux facultés est largement empreint de cette science transversale. »

Rétrospectivement, quand il repense à son doctorat, l'Académicien (il a été élu à l'Académie royale de Belgique en 2004) en identifie trois apports essentiels.

« C'est tout d'abord un vrai plaisir intellectuel, dit-il. Pouvoir effectuer de la recherche sur un temps long est une véritable bénédiction. Et quand la thèse débouche sur la publication de deux livres, c'est une très grande satisfaction. »

Par ailleurs, le passage par la thèse est évidemment une des conditions à remplir pour prétendre à une fonction professorale à l'université. « Sans elle, je n'aurais pas eu accès à cette troisième vie, ce troisième tiers de ma carrière : la chaire que j'occupe à l'ULB », dit-il.

« Enfin, et c'est moins palpable, mais toutefois bien réel, une thèse procure un bénéfice incroyable en ce qui concerne l'apprentissage de la lecture, de l'écriture, de la réflexion. C'est un levier intellectuel d'une nature différente que des travaux plus courts, plus temporaires, comme des projets de recherche plus limités. »

« Les rankings brident la liberté de la recherche »

Des regrets ? « Aucun. Sauf peut-être de ne pas avoir entamé plus tôt la partie académique de ma carrière. Mais j'étais très attaché au Crisp. » Des craintes alors ? « Je tiens avant tout à l'autonomie du champ intellectuel. Il n'est pas normal pour un chercheur de devoir tenir compte de la capacité de valorisation de ses travaux pour pouvoir espérer être financé. C'est un vocabulaire et une façon de voir le monde académique très étranges pour un philosophe. »

« Le poids écrasant et déformant des méthodes actuelles de classement des universités est assez malsain. Les rankings, fondés sur des critères qui arrangent bien certains pays, basés sur des systèmes quantitatifs, me paraissent en partie factices. Je plains les jeunes collègues qui doivent étoffer leurs dossiers pour s'assurer une carrière ou des promotions en privilégiant certains critères par rapport à d'autres, comme la multiplication des publications dans des revues internationales, le h-index... »

« Le privilège du quantitatif qu'on pratique trop souvent aujourd'hui dans la recherche génère une distorsion et l'éloigne de sa réelle valeur. Cela m'inquiète. Parce qu'on bride dans une certaine mesure la liberté de la recherche et la passion des chercheurs. Il n'est pas normal d'orienter une recherche en fonction d'une carrière, parce qu'à un moment une thématique est plus porteuse qu'une autre et que cela va générer davantage de financements. Se lancer dans un certain projet de recherches parce qu'il y a la perspective d'un financement, c'est quand même mettre la charrue avant les bœufs ! »



Christian Du Brulle / DailyScience.be



Je tiens avant tout à l'autonomie du champ intellectuel. Il n'est pas normal pour un chercheur de devoir tenir compte de la capacité de valorisation de ses travaux pour pouvoir espérer être financé.

Le FNRS octroie chaque année des subsides pour des publications scientifiques périodiques et des ouvrages de haut niveau scientifique. Par ailleurs, les chercheuses et chercheurs FNRS sont eux-mêmes très prolifiques et publient régulièrement des ouvrages dans des domaines variés, rencontrant ainsi la nécessité de partager l'information scientifique.

Aperçu.

OR BLANC



L'ouvrage étudie la production sculptée en ivoire en Belgique à l'époque coloniale. Un véritable « renouveau » de la sculpture ébournée est constaté à la Belle Époque, entre 1890 et 1910 ; celui-ci résulte d'une mise à disposition de défenses d'éléphant par l'État indépendant du Congo et le Roi Léopold II. À travers les salons et expositions coloniales et internationales, l'administration utilisera cette production comme pivot de son discours colonial, accréditant la supériorité de la culture européenne et légitimant la nécessité « d'apporter la civilisation » à la colonie congolaise. C'est une histoire globale que propose ce livre : de l'animal africain aux salons européens, l'ivoire est étudié à la lumière d'une déconstruction et d'une mise en perspective du discours colonial.

Sébastien Clerbois est archéologue et historien d'art. Il a réalisé sa thèse de doctorat sur les relations entre l'ésotérisme et la peinture symboliste. Il est actuellement chargé de cours à l'ULB et chercheur au CreA-Patrimoine, le Centre de recherches en archéologie et patrimoine de l'ULB.

Cet ouvrage a bénéficié d'un subside du FNRS.

Sébastien CLERBOIS, *Or blanc. Sculpture en ivoire, Congo et discours colonial sous le règne de Léopold II*, Peter Lang, janvier 2023.

POÉSIE ET DISSIDENCE A CUBA



En 1966, sept ans après l'avènement de la révolution cubaine, un nouveau groupe de 15 écrivains voit le jour autour de la revue *El caimán barbudo* affiliée au parti communiste de Cuba. Ces auteurs écrivent de manière turbulente, originale, alliant adhésion au pouvoir et prise de distance ludique. L'évolution de la liberté d'expression à Cuba, le retentissement national et international de leurs œuvres, pousseront certains de ces écrivains sur le chemin de l'exil et de la dissidence, d'autres à trouver une voie singulière sur l'île. En 1996, une dernière tentative de réunion du groupe à travers les pages de la revue madrilène

Encuentro de la cultura cubana redessine encore leurs liens. Croisant études littéraires et sciences sociales, Amina Damedji, Chargée de recherches FNRS à l'UCLouvain, retrace dans ce livre l'histoire inédite de ce groupe durant la seconde moitié du XX^e siècle et analyse la manière dont la littérature se réinvente au gré des bouleversements politiques.

Cet ouvrage a bénéficié d'un subside du FNRS.

Amina DAMERDJI, *Poésie et dissidence à Cuba. Engagement et désengagement des écrivains, de La Havane à Madrid (1966-2002)*, Editions Casa de Velázquez, novembre 2022.

L'INVENTION DU CAP-VERT



Dans sa dimension culturelle, la créolisation est une manière de se transformer en continu, de façon imprévisible, qui suscite d'étranges équilibres provisoires lorsque chacun des groupes sociaux en présence semble interagir avec l'autre, sans en prendre toujours la mesure. Par la description du processus de créolisation qui sous-tend l'invention du Cap-Vert, Pierre-Joseph Laurent remédie enfin au problème d'une vision historique tronquée, liée à ce que l'ancienne métropole, Lisbonne, et la société portugaise ont seulement souhaité retenir du passé : l'épopée des grandes découvertes et l'empire colonial.

Lorsque des faits de la vie quotidienne n'ont pas été consignés par les historiens, ils peuvent être compensés autrement : en recourant à l'observation participante, l'anthropologue est en effet capable de combler certaines omissions des archives. Écrire ce livre a donc nécessité d'articuler avec patience et rigueur de longues études de terrain aux travaux d'historiens.

Pierre-Joseph Laurent est anthropologue, professeur ordinaire à l'UCLouvain et membre de l'Académie royale des Sciences de Belgique

Cet ouvrage a bénéficié d'un subside du FNRS.

Pierre-Joseph LAURENT, *L'invention du Cap-Vert. De la créolisation*, Éditions Dépayage, novembre 2022.

THE SLIGHTEST ATTACHMENT



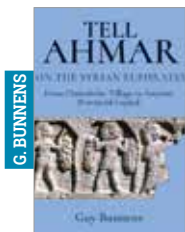
Si l'architecture disciplinaire des hôpitaux a longtemps prévalu en psychiatrie, de nombreuses équipes de soins travaillent désormais dans des structures plus petites, au sein de communautés. C'est ce genre de lieux qu'Ariane d'Hoop explore dans cet ouvrage tiré de sa thèse de doctorat : elle mène un travail de terrain dans un centre psychiatrique de jour pour adolescents, avec son œil de scénographe, et parvient ainsi à retracer l'importance de l'aménagement de l'espace dans la pratique des soins. Qu'il s'agisse d'un coin où l'on peut se retirer, d'une cuisine qui invite à traîner ou d'œuvres d'art exposées qui piquent la curiosité, les soignants utilisent l'environnement matériel pour susciter la moindre affinité de la part des adolescents. Cette étude élargit ainsi

notre idée de ce qu'est l'attachement et nous rend plus aptes à reconnaître les dynamiques subtiles entre les soins, les objets et les espaces.

Ariane d'Hoop est Docteure en anthropologie et en architecture, chercheuse associée au CESIR, le Centre de recherche et d'interventions sociologiques de l'Université Saint-Louis – Bruxelles. Elle est aussi collaboratrice scientifique à temps partiel à l'ULiège.

Cet ouvrage a bénéficié d'un subside du FNRS.

Ariane D'HOOP, *The Slightest Attachment - When Psychiatric Spaces Enact Affinities*, Transcript, mai 2023.



C. BUNNENS

TELL AHMAR ON THE SYRIAN EUPHRATES

Tell Ahmar - également connu sous les noms de Masuvari, Til Barsib et Kar-Shalmaneser au premier millénaire avant notre ère - a été habité pour la première fois au sixième millénaire, pendant la période ubaïde, s'est progressivement développé pour devenir un centre régional et, aux huitième et septième siècles, une capitale provinciale de l'empire assyrien. Les vestiges du troisième millénaire (un temple et un complexe funéraire), du deuxième millénaire (un complexe administratif et des maisons bien conservées) et du premier millénaire (un palais assyrien et des résidences d'élite) sont particulièrement impressionnants.

L'ouvrage propose une synthèse archéologique et historique des résultats obtenus par les fouilles de François Thureau-Dangin (1929-1931) et par les fouilles plus récentes des universités de Melbourne (1988-1999) et de Liège (2000-

2010). Il présente une vision globale et diachronique de l'évolution du site qui, par sa position sur l'Euphrate à un carrefour important des voies de communication antiques, a été au cœur d'un jeu d'interférences culturelles et politiques entre la Mésopotamie, le monde méditerranéen et l'Asie Mineure.

Guy Bunnens est collaborateur scientifique à l'ULiège, au sein du Département des sciences de l'Antiquité de la Faculté de philosophie et lettres, spécialiste de d'assyriologie et de l'archéologie de l'Asie antérieure.

Cet ouvrage a bénéficié d'un subside du FNRS.

Guy BUNNENS, *Tell Ahmar on the Syrian Euphrates. From Chalcolithic Village to Assyrian Provincial Capital*, Editions Oxbow Books, juillet 2022.



J. MATTHYS

ALTHUSSER LECTEUR DE SPINOZA

Au début des années 1960, le philosophe Louis Althusser a commencé à se réclamer de la philosophie de Spinoza pour repenser les outils théoriques issus du marxisme. Mais comment la référence à un philosophe hollandais du XVIIe siècle en est-elle venue à s'imposer à un philosophe français de la seconde moitié du XXe ? Quels sont les enjeux et les effets de cette relecture ? Et qu'a-t-elle encore à nous dire aujourd'hui ? Cet ouvrage se propose 1) de reconstruire la genèse du spinozisme d'Althusser à travers ses textes de jeunesse et des documents d'archive inédits ; 2) de montrer la constance de la pensée d'Althusser des années 1960-1970 à partir des thèmes et des concepts spinozistes qui y jouent un rôle déterminant ; 3) de mettre au jour les enjeux éthico-politiques trop souvent méconnus ou mal compris de ce spinozisme théoricien d'Althusser, et dont la pertinence

pour notre temps n'est pas épuisée par un demi-siècle de transformations idéologiques et de refoulement de la tradition marxiste.

Jean Matthys est Docteur en philosophie, collaborateur scientifique à l'Institut Supérieur de Philosophie à l'UCLouvain et membre du Groupe de Recherches Matérialistes. Ses recherches portent sur les réceptions françaises de Spinoza en lien avec les théories et pratiques politiques marxistes au XXe siècle.

Cet ouvrage a bénéficié d'un subside du FNRS.

Jean MATTHYS, *Althusser lecteur de Spinoza. Genèse et enjeux d'une éthico-politique de la théorie*, Éditions Mimésis, mars 2023.



C. GIRAUD, G. PIROTTÉ & D. FAULX

MANUEL D'ÉDUCATION À LA CITOYENNETÉ MONDIALE

Depuis quelques années, l'éducation à la citoyenneté mondiale (ECM) se popularise et gagne les universités et les écoles du monde entier. Présentée comme une réponse aux enjeux globaux contemporains, cette approche éducative soutenue notamment par l'UNESCO ou le Conseil de l'Europe a comme ambition de conscientiser et de mobiliser la société civile globale afin qu'elle s'engage pour construire un monde plus juste, solidaire et durable.

Portée principalement par les ONG, le monde associatif et les éducateurs, l'ECM s'adresse à tous et peut se déployer partout : dans les lieux éducatifs, les secteurs jeunesse, la culture, la rue ou les entreprises, etc. Bien que pratiquée et présente dans le champ éducatif depuis longtemps (souvent sous le nom d'éducation au développement), l'ECM jouit maintenant d'un intérêt croissant, qui appelle de nouvelles

clarifications conceptuelles et une innovation dans les pratiques.

Ce manuel, l'un des premiers en langue française, composé de contributions émanant d'universitaires ou praticiens belges, entend offrir des ressources à ceux qui veulent s'engager dans le développement d'une ECM renouvelée. Il éclaire les enjeux de l'ECM, son histoire, ses fondements philosophiques, mais aussi ses pratiques et ses orientations.

Gautier Pirotte est l'un des coordinateurs éditoriaux de ce manuel. Il est sociologue, professeur de socio-anthropologie à l'ULiège. Il a obtenu un subside du FNRS pour cet ouvrage.

Cécile GIRAUD, Gautier PIROTTÉ, Daniel FAULX (dir.), *Manuel d'éducation à la citoyenneté mondiale. Une perspective belge*, Presses Universitaires de Louvain, août 2022.



Y. MALINGE & O. D'JERANIAN

LIRE L'ÊTRE ET LE NÉANT DE SARTRE

L'être et le néant est sans doute le grand œuvre de Jean-Paul Sartre. Ayant donné lieu à de nombreux commentaires, aucune lecture suivie n'en a pourtant été faite en langue française. Remédiant à cette lacune, chaque contribution au présent collectif aborde une thématique développée par l'un des chapitres des quatre parties de *l'essai d'ontologie phénoménologique*. Voulant guider les lecteurs dans leur compréhension du texte, cette étude offre également une interprétation renouvelée de celui-ci, en menant à la fois une lecture interne et un travail d'analyse des rapports

entre la philosophie de Sartre et celles d'autres penseurs. Se distinguant par la singularité de sa méthode et de ses conclusions, chaque contributrice et contributeur témoigne, à sa manière et dans son style propre, de la grande fécondité de la pensée de Sartre.

L'un des deux directeurs de la publication, Yohann Malinge, est Chargé de recherches FNRS à l'UCLouvain.

Yohann MALINGE et Olivier D'JERANIAN (dir.), *Lire l'être et le néant de Sartre*, Éditions Vrin, mars 2023.



LES SAUVAGES

Cette bande-dessinée n'est pas tout à fait l'œuvre d'un chercheur... Mais c'est bien un chercheur belge qui en est le héros et qui en signe d'ailleurs la postface. Il s'agit du Professeur Johan Michaux, Directeur de recherches FNRS et Directeur du laboratoire de génétique de la conservation de l'ULiège.

Dans ce livre, le Professeur Michaux invite Julien et sa fille Joanne en Indonésie. Nous sommes alors en février 2020. Des éléphants de Sumatra aux dragons de Komodo, la nouvelle mission du chercheur est l'occasion de découvrir l'extraordinaire biodiversité de l'archipel. Mais celle-ci est

menacée. Déforestation, production d'huile de palme, braconnage... Les dangers sont nombreux et prennent une dimension particulière lorsque la pandémie de Covid 19 éclate au milieu du voyage.

Cet ouvrage est un documentaire scientifique autant qu'un récit intime sur la relation père-fille, il se veut tout à la fois instructif et drôle et il pose la question essentielle de notre rapport au monde animal.

Nadar et Julien FREY (postface de Johan Michaux), *Les sauvages*, Éditions Futuropolis, avril 2023.



VISITE A L'EHPAD

Nathalie Zaccai-Reyners, sociologue, Chercheuse qualifiée FNRS à l'ULB, examine les ressorts du soin apporté à nos aînés et les conditions de leur accueil en institution. Elle part de l'expérience de Mariette, sa grand-mère, et du portrait cinématographique réalisé par son frère, le cinéaste Christophe Reyners.

S'appuyant sur des travaux de sciences sociales et humaines, mais aussi de philosophie morale et politique, visitant des expériences innovantes, discutant les fondements des politiques

publiques de ces vingt dernières années, Nathalie Zaccai-Reyners questionne les conditions d'un accueil souhaitable, tant pour le personnel engagé dans le soutien aux personnes âgées que pour le maintien d'un environnement vivant.

Un livre qui mêle l'expérience vécue et les analyses les plus rigoureuses, et rejoint ainsi toutes les dimensions du soin.

Nathalie ZACCAÏ-REYNER, *Visite à l'Ehpad*, Presses Universitaires de France, janvier 2023.



LA DEMOCRATIE A L'EPREUVE

Développant une approche originale et multidisciplinaire, cet ouvrage envisage l'histoire démocratique comme un projet toujours inachevé, marqué par des périodes de transition. Il propose de distinguer une approche diachronique et une approche synchronique de la transition : la première tourne autour de la figure du « passage » d'un régime dictatorial ou autoritaire à un régime démocratique – elle appelle généralement une transition constitutionnelle ; la seconde tourne autour de la figure du « renouvellement » ou de « l'approfondissement » du projet démocratique face à la dégradation de l'une ou l'autre de ses composantes.

Plus largement, l'ouvrage rassemble un ensemble d'analyses portant sur des États (Brésil, Colombie, France, République démocratique du Congo, Tunisie...) et sur les grands domaines

de la vie sociale (reconstruction de la société après la guerre, résistance aux violences policières, entrée de l'entreprise capitaliste dans la démocratie, lutte pour l'accès aux droits fondamentaux, impératif écologique...) pour les envisager de manière dynamique et ainsi éclairer la question vitale de notre temps : comment envisager la transition de nos démocraties face au défi écologique sans plonger dans un cycle de violence sans fin ?

Cet ouvrage a été dirigé notamment par Philippe Coppens, Maître de recherches FNRS à l'UCLouvain.

Philippe COPPENS, Matthieu de NANTEUIL, Isabelle FERRERAS, Marc VERDUSSEN, *La démocratie à l'épreuve. Entre transitions constitutionnelles et défi écologique*, Éditions le Bord de l'Eau, avril 2023.



WHAT IS INTERGENERATIONAL JUSTICE ?

Les personnes en vie aujourd'hui peuvent-elles avoir des devoirs envers les générations futures, les millions de personnes à naître ? Si oui, que leur devons-nous ? Que signifie la « justice » dans un contexte intergénérationnel, à la fois entre des personnes qui coexisteront à un moment donné et entre des générations qui ne se chevaucheront jamais ? Dans cet ouvrage, Axel Gosseries, Maître de recherches FNRS à l'UCLouvain, procède à un examen minutieux de ces questions, en comparant et en analysant différents points de vue sur ce que nous devons à nos successeurs. Il aborde les liens entre justice et durabilité et examine les implications du fait que les préférences de nos successeurs

sont fortement influencées par ce que nous leur laisserons et par l'éducation qu'ils recevront. Il montre également comment ces considérations théoriques s'appliquent à des questions concrètes, allant de la réforme des pensions et du Brexit à la biodiversité et à la crise climatique. Tous ceux qui sont confrontés aux dilemmes de nos obligations envers l'avenir, qu'il s'agisse d'étudiants, de chercheurs, de décideurs politiques ou de citoyens actifs, trouveront dans cet ouvrage un guide théorique et pratique sur ce champ de mines moral et politique.

Axel GOSSERIES, *What is Intergenerational Justice ?* Polity, février 2023.



POPULIST PARTIES AND DEMOCRATIC RESILIENCE

Après le référendum sur le Brexit, l'élection de Donald Trump et face à la montée des partis populistes dans le monde, la démocratie est jugée en grande difficulté par de nombreux observateurs. Les auteurs de cet ouvrage, parmi lesquels Alvaro Oleart, Chargé de recherches FNRS à l'ULB, identifient les conditions dans lesquelles les partis populistes s'opposent au pluralisme politique et sociétal. Ils analysent la situation dans onze pays de l'Union européenne (Allemagne, Autriche, Belgique, Espagne, France, Hongrie, Italie, Pays-Bas, Pologne, République tchèque et Roumanie) et montrent qu'il existe de multiples voies par lesquelles le pouvoir populiste peut rester contenu et soumis à des contrôles et équilibres

démocratiques. Cet ouvrage décrit les différentes façons dont les démocraties européennes peuvent s'accommoder de ces partis grâce à des stratégies qui naviguent soigneusement entre les extrêmes de l'acceptation non critique et de l'ostracisme pur et simple. S'appuyant sur la littérature en matière de théorie démocratique et de politique comparée, ce livre contribue directement au débat public sur l'état de la démocratie en Europe.

Ben CRUM et Alvaro OLEART, *Populist Parties and Democratic Resilience. A Cross-National Analysis of Populist Parties' Impact on Democratic Pluralism in Europe*, Routledge, février 2023.



À deux pas du FNRS, l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique promeut les travaux de recherche et encourage les entreprises scientifiques et artistiques du pays. Elle déploie une large activité d'édition afin de rendre publiques les études de ses membres. Voici quelques ouvrages à l'affiche :



ÊTRE FEMME EN IRAN

Mahsa Jina Amini meurt le 16 septembre 2022 et devient l'étendard d'un mouvement révolutionnaire inédit en Iran. « Femme, vie, liberté » : les Iraniennes, reléguées dans une position de citoyennes de deuxième zone disent non ! Indéniablement, une mutation qualitative s'est produite dans leur positionnement. La deuxième édition de ce livre intègre les dernières évolutions, tout en reprenant l'analyse de la complexité et des paradoxes qui ont caractérisé la situation des femmes. Il présente la diversité de leurs luttes et de leurs résistances dans le cadre d'un régime islamiste et patriarcal dont l'objectif était de transformer les femmes en vitrine de l'authenticité et de l'islamité et en symboles de la lutte contre

l'occidentalisation et l'impérialisme. Seront-elles les vecteurs du changement ?

Firouzeh Nahavandi est professeure émérite à l'ULB où elle a fait toute sa carrière. Elle est co-présidente de l'Institut de Promotion des Formations sur l'Islam et membre de l'Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer. Autrice de nombreuses publications sur les questions liées au développement et au Moyen-Orient, elle s'est particulièrement focalisée sur l'Iran, l'Afghanistan et l'islamisme.

Firouzeh NAHAVANDI, *Etre femme en Iran. Quelle émancipation ?* Deuxième édition, Bruxelles, mai 2023, Collection L'Académie en poche, n°157.



QUI ÉTAIT SOCRATE ?

Socrate n'a laissé aucun écrit et l'on ne connaît de son enseignement que ce qu'en ont rapporté ses disciples. Ce sont eux qui, après sa mort, l'ont magnifié en tant que fondateur de la philosophie. Au fil du temps, leurs successeurs refaçonneront peu à peu son image en celle du sage exemplaire et désincarné qui a fini par s'imposer dans notre imaginaire. L'objectif de ce livre est de retrouver l'homme derrière la fiction en revisitant de façon critique et sans a priori

la totalité des sources qui le concernent et en tenant compte du contexte politique, culturel et social dans lequel il a vécu.

Né à Liège en 1933, Guy Donnay est diplômé en philologie classique et en histoire de l'art et archéologie de l'ULB, où il a enseigné l'histoire de la pensée scientifique dans l'Antiquité, l'histoire de la religion grecque et l'histoire de l'art grec, étrusque et romain. Parallèlement, il a dirigé le Musée royal de Mariemont.

Guy DONNAY, *Qui était Socrate ?*, Bruxelles, juin 2023, Collection L'Académie en poche, n°158.



TOWARDS A COMMON EU STRATEGIC CULTURE ?

Ce livre remet en question les visions évolutives de l'intégration européenne, dans le monde actuel, en se concentrant sur les obstacles, les lacunes et les défis. L'instabilité internationale, et notamment l'invasion de l'Ukraine par la Russie, pose des questions fondamentales quant à la consolidation de l'UE elle-même. Le livre est divisé en quatre parties : le modèle socio-économique ; les racines historiques des diversités nationales (en ce qui concerne les mémoires, les perceptions des menaces), et les remèdes institutionnels ; les risques d'isolement de l'Europe dans un monde de plus en plus non-européen ; et la transformation matérielle de l'UE d'une

puissance civile (commerce, marché, connaissance) à une puissance civile et militaire, apte à faire face au monde imprévisible du XXI^e siècle.

Contributions de Josep Borell FONTELLES, Jean-Pierre FILIU, Nicole GNESOTTO, Giovanni GREVI, Pascal LAMY, Maaïke OKANO-HEIJMANS, Thomas MEYER, Kalypso NICOLAIDIS, Amandine ORSINI-BLED, Jean PISANI FERRY, Karen E. SMITH, Mario TELO et Didier VIVIERS, *Towards a common EU strategic culture ?* édité par Mario TELO, mai 2023, Collection Transversales.



PUISSANCE ET IMPUISSANCE DU NOMBRE - Actes de colloque

Les nombres naturels sont nés d'un besoin statistique appelé dénombrement. Le XIX^e siècle est celui de la première vague de données numériques diversifiées destinées à l'étude des populations. Le XX^e siècle a vu le développement de la quantification dans toutes les disciplines scientifiques. Les nombres ont ainsi acquis une capacité de représenter et d'aider à la résolution de problèmes de toutes sortes, ce que l'on peut qualifier de puissance, non sans connaître de nombreux échecs qui font parfois croire à leur impuissance.

Cet ouvrage a pour objectif d'en témoigner par quelques exemples.

Contributions de Michel ARMATTE, Emmanuel DIDIER, Harro MAES, Jean MAWHIN, Theodore M. PORTER et Gabriel RUIZ-GARZON, *Puissance et impuissance du nombre*, édité par Jean-Jacques DROESBEKE, mai 2023, Collection Transversales.



Des météorites rares montrent que Jupiter et Saturne auraient migré au début de notre système solaire

Les météorites constituent aujourd'hui les seuls et derniers témoins de la naissance de notre système solaire. Des météorites rares de la famille des angrites ont été étudiées par un consortium mené par l'Open University (UK). L'une d'entre elles avait été découverte par l'équipe de Vinciane Debaile en 2013 près de la station Princesse Elisabeth en Antarctique. Les angrites sont considérées comme les plus anciennes laves du système solaire. Dans les météorites étudiées, des fragments d'autres astéroïdes ont été identifiés, des fragments qui ne peuvent s'être retrouvés là que par collision entre astéroïdes. Or, on pense que les planètes Jupiter et Saturne ne se sont pas formées là où elles se trouvent aujourd'hui, et que leur migration a dû provoquer le chaos dans le système solaire naissant en générant de nombreuses collisions entre astéroïdes. Le consortium en conclut que les angrites témoignent en fait de la migration des planètes géantes, d'abord vers le Soleil, ensuite vers l'extérieur du système solaire où elles sont à présent localisées.

« Impact mixing among rocky planetesimals in the early Solar System from angrite oxygen isotopes », *Nature Astronomy*, mai 2023.



Vinciane Debaile, Maître de recherches FNRS, Laboratoire G-Time, ULB