

# fnrsnews

LE MAGAZINE DU FONDS DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE - FNRS - QUADRIMESTRIEL n° 118 • Février 2020 - P201210

118  
Février 2020



www.frs-fnrs.be • février 2020 • bureau de dépôt Liège P201210

Évènement  
FNRS.awards 2019

Dossier Sciences,  
technologies et société

Les coulisses  
des Commissions



ÉDITO 01

NEWS 02

IN MEDIA 10

## DOSSIER SCIENCES, TECHNOLOGIES ET SOCIÉTÉ 12

De la prophétie des dystopies 14

Ces technologies préhistoriques... et révolutionnaires 16

La technologie au service de l'environnement :  
l'éclosion de la chimie verte 18

La fibre optique au chevet de la médecine 20

Quand l'union des robots fait la force 22

Marchés financiers : quand l'IA  
donne du sens au chaos 24

Il n'y a pas que Big Brother... 26

L'internaute dans la ligne de mire de l'e-commerce 28

Des robots dans les tribunaux ? 30

IA et cerveau humain : l'effet miroir 32

La démocratie contre le déterminisme technologique 34

### DANS LES COULISSES

DES COMMISSIONS SCIENTIFIQUES 36

LE FNRS EN CHIFFRES 40

TRAJECTOIRES 42

SOUS LA LOUPE 44

ÉVÈNEMENT 48

À LIRE 50



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](http://www.chriscom.eu)

Une version électronique de FNRS.news est disponible sur [www.fnrs.news](http://www.fnrs.news).

Éditeur en Chef : Véronique Halloin  
Secrétaire générale, rue d'Egmont 5 - 1000 Bruxelles.

Rédacteur en Chef : Éric Winnen  
Secrétaire de rédaction : Céline Rase  
[fnrs.news@frs-fnrs.be](mailto:fnrs.news@frs-fnrs.be)

Ont contribué à ce numéro :

Christian Du Brulle, Marie-Françoise Dispa, Henri Dupuis, Marie François, Lauranne Garitte, Céline Husson, Julie Luong, Jean-Noël Missa, Céline Rase, Camille Stassart, Marie Thieffry, Laurent Zanella.

Remerciements : La rédaction remercie celles et ceux qui ont contribué à l'élaboration des articles et des illustrations.



# La science et la société ont besoin de l'audace de la recherche

Depuis près d'un siècle, la « liberté de chercher » est au cœur de l'activité du FNRS. Le FNRS a pour mission de financer et développer une recherche fondamentale libre et désintéressée, mise en œuvre pour acquérir de nouvelles connaissances, sans pour autant envisager a priori une application ou une utilisation particulière.

Tout au long de son évolution, le FNRS est aussi resté à l'écoute de la société et des changements institutionnels. Sans modifier son cap pour autant ! Mais au fil des ans, le FNRS s'est adapté en créant des Fonds associés spécialisés pour financer une recherche qui, tout en restant fondamentale, s'est davantage rapprochée de préoccupations applicatives souvent liées à des besoins sociétaux. D'autres agences publiques de financement en Europe, comme en Suisse, en Allemagne, en Finlande, en Suède, ou chez nos homologues du FWO en Flandre, ont évolué de manière analogue.

Ainsi, le FNRS gère, depuis 1994, le FRIA (Fonds pour la Formation à la Recherche dans l'Industrie et l'Agriculture) qui permet de former, via une recherche doctorale fondamentale, les jeunes talents dont les entreprises ont grand besoin pour assurer leur développement. 460 boursiers sont ainsi financés actuellement. Autre exemple, la création en 2012 du FRFS (Fonds pour la Recherche Fondamentale Stratégique) qui finance, via la Région wallonne, une recherche fondamentale d'excellence en développement durable (les projets WISD) et, dans les sciences de la vie, le programme WELBIO, qui a financé et accompagné 65 projets depuis sa création. Pour ces instruments de financement, les potentialités de valorisation des résultats scientifiques font partie des critères d'évaluation.

Cette évolution a aussi été soulignée dans un des axes de PHARE 20.25, le plan stratégique de financement du FNRS présenté l'an dernier, avec la volonté clairement exprimée, dans le cadre de financements additionnels, « d'accroître les activités de recherche dans des domaines stratégiques pour une réponse plus directe aux besoins actuels de la société' en termes de formation de ressources humaines compétentes et production de connaissances scientifiques nouvelles valorisables ».

L'Union Européenne montre la voie dans le cadre du prochain programme européen Horizon Europe qui identifie des missions spécifiques pour répondre aux grands défis de la société: l'adaptation aux changements climatiques, dont les transformations de la société, le combat contre le cancer, la santé des océans, des mers et des eaux intérieures, le développement de villes intelligentes et neutres pour le climat, la santé des sols et la qualité de l'alimentation. La recherche et l'innovation sont également appelées à jouer un rôle majeur dans le *Green Deal* porté par la Commission européenne pour répondre à la transition écologique, économique et digitale. Dans des domaines stratégiques tels que l'intelligence artificielle, le numérique, la mobilité, les matériaux, l'énergie, la santé, la migration ou encore le réchauffement climatique, la recherche est indispensable afin d'anticiper les évolutions futures et faire face aux besoins.

Avec l'expertise qu'on lui reconnaît, le FNRS est prêt à jouer pleinement son rôle et à relever le défi. La science et la société ont bien besoin de cette audace.



**Vincent Blondel,**  
Président du F.R.S.-FNRS



## Du mouvement des sans-papiers à la 'crise' des réfugiés



**La mise en problème public de la question migratoire ne date pas de l'été 2015. Toutefois, cette séquence a été un tournant en ce qu'elle a traduit la hausse significative des arrivées de migrants sur le territoire européen en un phénomène de « crise ».**

Cette « mise en crise » des enjeux migratoires a justifié un mode de gouvernement particulier fondé sur l'urgence, le temporaire, et bien sûr le répressif. La notion de « crise » a donc contribué à construire un fait social séculaire – la migration – comme une menace pour la cohésion sociale, politique et économique des sociétés européennes. La migration est alors devenue l'instrument de toutes les dérives politiques xénophobes que nous connaissons aujourd'hui dans le débat public, devenant d'autant plus « objet » que seuls ceux qui y sont extérieurs ont un droit à la parole – jamais les migrants eux-mêmes. Pour autant, les premiers concernés sont loin de rester passifs. Et leur mobilisation est tant l'expression d'une opposition aux mesures gouvernementales et européennes que le véhicule d'une autre représentation de l'« enjeu migratoire » notamment comme crise du renforcement des frontières et comme « crise de l'accueil ». Ces mobilisations ont en commun de faire entendre un autre son de cloche en affirmant la légitimité du droit d'installation des personnes migrantes et en revendiquant ce que l'on peut appeler une politique de l'hospitalité.

« Du mouvement des sans-papiers à la 'crise' des réfugiés : évolution des catégories d'action et enjeux théoriques », *Critique internationale*, novembre 2019.



**Youri Lou Vertongen**, Aspirant FNRS, CRESPO, USaint-Louis  
**Pauline Brucker**, Doctorante, CERI, SciencesPo (Paris)  
**Daniel Véron**, Chercheur, IDHES, Université Paris Nanterre

## Travail de mémoire



**« Les morts sont les invisibles. Ils ne sont pas les absents. » Ces mots de Victor Hugo témoignent avec force de la présence du passé dans nos vies.**

Les entretiens menés au sein d'une centaine de familles belges ayant un lien avec la collaboration et la résistance sont révélateurs : trois générations après les faits, nous restons en présence d'une pluralité de récits qui diffèrent non seulement d'une communauté à l'autre, d'un parti à l'autre, mais aussi d'une famille (voire d'une génération) à l'autre.

La question cruciale concerne la compatibilité de ces récits. Le héros des uns est-il le traître des autres ? Si les récits sont contradictoires, un travail de mémoire est-il concevable ? Il ne s'agit pas seulement de passer en zigzag entre les représentations afin d'établir un récit partagé. Trop d'émotions et de loyautés sont en jeu. Rien n'est pourtant figé. La mémoire est dynamique, elle s'ajuste aux intérêts du présent. Un travail est donc possible pour vivre avec le souvenir, plutôt que contre lui.

Les enfants des êtres humiliés, quand ils ne sont pas écoutés, deviennent souvent des « enfants terribles ». C'est bien du droit à la plainte dont il s'agit. Ces plaintes sont autant d'histoires inachevées. Pour terminer ces histoires, il est utile de se demander pour qui nous nous souvenons : les victimes passées, leurs descendants, nous, nos enfants ? La réponse appartient à chacun. Mais un objectif peut sans doute être commun : honorer les morts tout en faisant une place aux vivants.

Colloque TRANSMEMO : nouvelles recherches sur les mémoires de la collaboration et de la résistance en Belgique, Sénat de Belgique, 3 octobre 2019.



**Valérie Rosoux**, Maître de recherches, ISPOLE, UCLouvain

## Une « démocratie radicale » pas si radicale ?

Depuis une dizaine d'années, le débat public a vu fleurir les termes de « radicalisation », de « radicalisme » et de « radicalités ». Les sciences sociales n'échappent pas à l'inflation de ce champ lexical. La radicalité fait l'objet de colloques et de publications toujours plus nombreux. Trois types de phénomènes sont particulièrement visés : les succès électoraux de forces dites « populistes », la résurgence du terrorisme islamiste et les évolutions du répertoire contestataire (*black block*, désobéissance civile, zones à défendre, émeutes). Il convient pourtant de mettre en garde contre les usages précipités d'une notion qui nous en apprend parfois davantage sur les présupposés de ceux qui l'utilisent que sur les phénomènes qu'elle est censée décrire. Les sciences sociales peinent d'ailleurs à en fournir une définition opérante. La radicalité est en effet une notion relative, qui ne se définit qu'en regard d'une référence extérieure : on n'est jamais radical *en soi*, on l'est *par rapport* à quelqu'un ou quelque chose d'autre. Enfin, les travaux portant sur les radicalités ont une fâcheuse tendance à amalgamer des phénomènes qui n'ont souvent pas grand chose en commun. La théorie de la démocratie radicale élaborée par la philosophe Chantal Mouffe permet de relever les ambivalences et les limites de cette notion.

« Une 'démocratie radicale' pas si radicale ? Chantal Mouffe et la critique immanente du libéralisme », *Raisons politiques*, août 2019.



**Manuel Cervera-Marzal**, Chargé de recherches FNRS, CLEO, ULiège



## Étudier la radicalité dans une perspective sociologique

**L'étude de 133 dossiers de mineurs poursuivis pour terrorisme, ou signalés pour « radicalisation » par la Protection judiciaire de la jeunesse (PJJ), démontre que l'essentiel des comportements classés sous ce label n'entretient qu'un lien discursif avec le djihadisme.**

Ces jeunes adoptent des postures empruntées aux répertoires djihadistes, dans les interactions avec leurs familles et les organisations d'encadrement de la jeunesse, afin de déstabiliser et susciter une réaction. Les logiques sont différentes dans le cas des jeunes ayant voulu rejoindre la Syrie ou commettre des attentats. Au contraire de la grande majorité des adolescents signalés, ce ne sont pas des délinquants déscolarisés issus de familles précarisées. Ils sont au contraire poussés à réussir scolairement par leurs parents, migrants de première génération appartenant aux fractions stables des milieux populaires. Ceci se manifeste par une pression morale, un contrôle des fréquentations et le gommage des origines. Mais cette protection fonctionne jusqu'à l'entrée au lycée, avant que les sanctions scolaires ne poussent les mineurs à remettre en cause école et famille. C'est alors qu'ils trouvent dans le djihadisme un vecteur pour porter la critique. Ils cherchent des « gens comme eux » et entrent en relation avec des militants plus aguerris offrant une intelligibilité à leurs expériences. Cette étude entend dissiper l'illusion qu'il existerait une radicalité : sous ce label se distinguent des processus pluriels, que les sciences sociales permettent de distinguer et de comprendre.

« La radicalité djihadiste, un regard sociologique », *Le Genre humain*, octobre 2019.



**Fabien Carrié**, Chargé de recherches FNRS, CRID&P, UCLouvain

## Accord de Paris sur le climat

### Plus de transparence peut-elle mener à plus d'ambition ?



La COP 21 organisée à Paris en décembre 2015 a consacré une approche « *bottom up* » du régime climatique international dans laquelle chaque pays détermine de façon discrétionnaire l'ambition et la forme de ses politiques climatiques. Les obligations qui s'imposent aux États participant à l'Accord de Paris sont relativement faibles ; elles visent notamment à rendre transparentes les actions que les pays entreprennent en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre. De nombreux analystes ont souligné le fait que cette transparence accrue est susceptible de mener à un renforcement de l'ambition climatique, par exemple en permettant à des acteurs de la société civile de « nommer et dénoncer » publiquement des États qui feraient trop peu d'efforts en matière de lutte contre le changement climatique. Romain Weikmans a récemment montré que cette relation entre renforcement de la transparence et accroissement de l'ambition climatique est loin d'être assurée.

« Transparency requirements under the Paris Agreement and their (un)likely impact on strengthening the ambition of nationally determined contributions (NDCs) », *Climate Policy*, novembre 2019.




**Romain Weikmans**, Chargé de recherches FNRS, CEDD, ULB

## Le double héritage colonial de Taïwan à travers la littérature

Ancienne colonie japonaise, Taïwan voit affluer au milieu du 20<sup>e</sup> siècle près de deux millions de Chinois qui suivent le gouvernement du Kuomintang, en déroute face aux communistes sur le continent. Les décennies qui ont suivi, marquées par des épisodes de répression violente, la mise en place de la loi martiale et une monopolisation de toutes les sphères du pouvoir par les ex-Continenteaux, ont été vécues par bien des Taïwanais comme une « deuxième colonisation ». Après 1987, la démocratisation amorce un travail de mémoire dans lequel s'inscrit *Le jardin des égarements* de Li Ang. Coraline Jortay montre comment ce roman a été pionnier en permettant de penser les (dis) continuités entre le régime japonais et celui du Kuomintang (dans des domaines aussi variés que le système scolaire, les questions d'ethnicité et les langues) et, *in fine*, de mettre au jour cette « deuxième colonisation » dans une perspective taïwano-centrée.

Pour poursuivre la lecture : ANG Li, *des égarements*, Éditions Picquier, Arles, 2003 (traduit en français par André Lévy).

« Miyuan, (re)imaginings of the Japanese legacy, and the making of postcolonial discourse in 1990s Taïwan », *Monde chinois*, novembre 2019.

 **Coraline Jortay**, Aspirante FNRS, EAST, Striges, ULB



## Tours et détours d'une historienne en peignoir de bain




CRÉDIT : EADWEARD MUYBRIDGE

« Bains-Douches : l'Enquête ! », c'est l'histoire en train de s'écrire, l'enquête historique en train d'être menée. Sous la forme d'un blog et via Twitter, Sophie Richelle, post-doctorante FNRS à l'ULB, partage les avancées de sa recherche en cours sur les établissements de bains publics.

La précarité hygiénique est une réalité européenne actuelle. Se poser la question des solutions passées et investiguer les établissements méconnus de bains publics est apparu essentiel dans la réflexion sur le sujet. La recherche se veut sociale et sensible. À travers les dimensions matérielles et humaines, Sophie Richelle tente de cerner les expériences des usagers qui fréquentaient les bains publics. Plus largement, le projet pose des questions liées à l'hygiène, aux rapports aux corps et au service public des villes belges entre 1850 et 2000.

L'idée est alors venue de partager, le plus largement et sensiblement possible, la recherche en cours : une image, une légende et l'envie de suivre les fils de la trace qui mèneront, peut-être, au récit historique. On trouvera donc sur ce blog ou sur Twitter, un peu d'hypothèses et de découvertes scientifiques mais aussi un peu de leurs coulisses : la quête historienne, la subjectivité de celle qui la mène, les doutes, les trouvailles, les impasses, les digressions.

 [https://twitter.com/baindouche\\_hist](https://twitter.com/baindouche_hist)  
<https://bainsdouches.hypotheses.org>

 **Sophie Richelle**, Chercheuse postdoctorale FNRS, MMC/LIEU, ULB



## Un dégel plus rapide du permafrost

CRÉDIT : CATHERINE HIRST

**Le record historique de température de cet été en Alaska a eu un impact direct sur le dégel du permafrost, ce sol normalement gelé en permanence.**

Les premiers constats faits par la mission UCLouvain en Alaska, du 15 août au 6 septembre 2019, mettent en évidence que la partie du sol qui dégèle annuellement est jusqu'à 10 à 15% plus profonde qu'habituellement à cette période. C'est précisément cette portion de sol que les chercheurs ont collectée en Alaska et qu'ils analysent actuellement dans le cadre du projet WeThaw. Jamais, dans l'histoire de la Terre, le permafrost n'a dégelé aussi rapidement. Cela explique le caractère exceptionnel de ces échantillons. Il s'agit d'identifier les conséquences du dégel sur la libération des éléments minéraux, et les implications pour les gaz à effet de serre émis par la décomposition du carbone organique libéré par le dégel de ces sols. L'enjeu est qu'environ un tiers du permafrost est voué à dégeler et disparaître d'ici la fin du siècle. Cette mission constitue donc une étape importante dans la compréhension de l'évolution des écosystèmes arctiques soumis à la hausse des températures liée au changement climatique.

 <https://sites.uclouvain.be/wethaw>



**Sophie Opfergelt**, Chercheuse qualifiée FNRS, Earth and Life Institute, UCLouvain

## Hygiea, la plus petite planète naine du système solaire



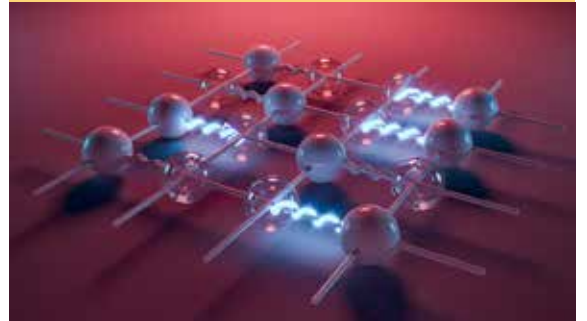
Des observations effectuées au moyen du nouvel instrument SPHERE qui équipe le Very Large Telescope (VLT) de l'Observatoire Européen Austral (ESO) invitent les astronomes à reclasser l'astéroïde Hygiea parmi les planètes naines. Ses dimensions le situent en effet en quatrième position des objets les plus gros de la ceinture d'astéroïdes après Cérés, Vesta et Pallas. Pour la toute première fois, grâce à des clichés dotés d'une résolution exceptionnelle, les astronomes ont pu étudier sa surface, déterminer sa forme précise ainsi que sa taille. Emmanuel Jehin a participé à cette étude et utilisé également les télescopes robotiques liégeois TRAPPIST, installés au Chili et au Maroc, pour déterminer une nouvelle période de rotation de la nouvelle petite planète. Il est ainsi apparu que Hygiea arbore, contrairement à ce qu'on pensait, une forme quasi sphérique. Elle est en équilibre hydrostatique et détrône probablement Cérés de son rang de planète naine la plus petite du Système solaire. Au centre d'une famille de plusieurs milliers de petits astéroïdes, elle serait le résultat d'une gigantesque collision il y a deux milliards d'années.

« A basin-free spherical shape as an outcome of a giant impact on asteroid Hygiea », *Nature Astronomy*, octobre 2019.



**Emmanuel Jehin**, Maître de Recherche FNRS, STAR Institute, ULiège

## Un nouvel outil pour interroger la matière fondamentale



CRÉDIT : CHRISTOPH HOHMANN (LMU/MCQST)

Identifier les constituants élémentaires de la matière ainsi que la manière dont ils interagissent entre eux est l'un des plus grands enjeux de la physique moderne. Résoudre cette énigme complexe permettrait de mieux comprendre l'histoire des premiers jours de l'Univers mais aussi de déchiffrer les états exotiques de la matière, comme la supraconductivité. Dans une recherche menée avec Fabian Grusdt et le laboratoire d'Immanuel Bloch (Munich Quantum Center), Nathan Goldman et Luca Barbiero proposent et valident une nouvelle approche expérimentale pour étudier ces riches phénomènes. Leurs travaux portent sur la réalisation expérimentale d'une « théorie de jauge sur réseau », un modèle théorique proposé par Kenneth Wilson (prix Nobel de Physique 1982) pour décrire les interactions entre les particules élémentaires, comme les quarks et les gluons. Les chercheurs démontrent que leur dispositif expérimental, un gaz d'atomes ultrafroids manipulés par des lasers, permet en effet de reproduire les caractéristiques de ce modèle simple aux propriétés remarquables. Cette nouvelle approche expérimentale constitue une étape importante pour développer des simulateurs quantiques de théories plus sophistiquées, en vue de résoudre l'une des grandes questions de la physique moderne.

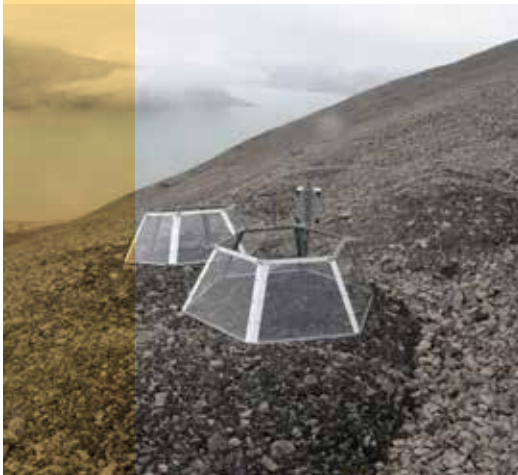
« Coupling ultracold matter to dynamical gauge fields in optical lattices : From flux-attachment to Z2 lattice gauge theories », *Science Advances*, octobre 2019.

« Floquet approach to Z2 lattice gauge theories with ultracold atoms in optical lattices », *Nature Physics*, septembre 2019.




**Nathan Goldman**, Chercheur qualifié FNRS, Faculté des Sciences, ULB

## Qui se cache dans les **croûtes biologiques** de l'Arctique ?



Les changements climatiques en cours dans la région arctique impactent la structure des communautés microbiennes. Une nouvelle étude, menée par une équipe de chercheurs de l'ULiège et des universités de Rostock (Allemagne) et de Masaryk (Tchéquie), vise à caractériser les micro-organismes photosynthétiques pionniers dans les croûtes du sol et leurs relations avec les caractéristiques d'un environnement extrême. Trois échantillons de communautés photosynthétiques (microalgues et cyanobactéries) ont été étudiés. À haute altitude (442 m), les cyanobactéries dominent les croûtes du sol, de même que les croûtes colonisant une zone laissée libre de glace par le retrait des glaciers à basse altitude. Sur les sols plus stables, où la végétation commence à s'installer, ce sont les microalgues unicellulaires qui prédominent. Ces résultats serviront de données de base dans le cadre de l'installation d'« *Open Top Chambers* » (des dispositifs de chauffage passif destinés à imiter certaines perturbations liées aux changements climatiques).


« *Comparison of Microphototrophic Communities Living in Different Soil Environments in the High Arctic* », *Frontiers in Ecology and Evolution*, octobre 2019.

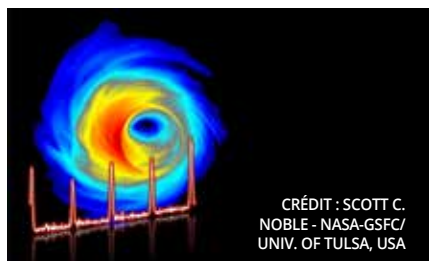
 **Annick Wilmotte**, Chercheuse qualifiée FNRS, Sciences de la Vie, ULiège

## Éruptions périodiques de rayons X autour d'un **trou noir supermassif**

Bien que les trous noirs eux-mêmes ne soient pas lumineux, le disque d'accrétion qui les entoure quand ils sont actifs est à l'origine de l'émission de puissants rayonnements électromagnétiques. La veille de Noël 2018, une équipe d'astrophysiciens qui utilisait le télescope XMM-Newton de l'Agence Spatiale Européenne (ESA) a réalisé une découverte intrigante : l'émission de rayons X d'un trou noir supermassif au centre de la galaxie GSN 069 devenait environ 100 fois plus lumineuse chaque 9 heures. Cette découverte surprenante a été suivie par d'autres observations plus longues, avec XMM-Newton le 16 janvier 2019 et avec le télescope de rayons X Chandra (de la NASA) le 14 février, qui ont permis d'identifier huit nouvelles éruptions de rayons X. Les chercheurs n'ont pas encore trouvé l'explication définitive du phénomène, mais ils étudient deux hypothèses. La première hypothèse avance que de l'énergie s'accumulerait dans le disque d'accrétion jusqu'à atteindre un niveau qui provoque une instabilité conduisant à une chute rapide de matière vers le trou noir, avec un cycle de 9 heures. La deuxième hypothèse propose l'existence d'un deuxième corps qui orbite le trou noir et qui pourrait produire les éruptions à travers, par exemple, son interaction avec le disque d'accrétion.

« *Nine-hour X-ray quasi-periodic eruptions from a low-mass black hole galactic nucleus* », *Nature*, septembre 2019.

 **Beatriz Agis Gonzalez**, Chercheuse post-doctorale IISN, ULiège  
**Giovanni Miniutti**, Chercheur au Centro de Astrobiologia (Madrid)  
**Et al.**




CRÉDIT : SCOTT C.  
NOBLE - NASA-GSFC/  
UNIV. OF TULSA, USA



## Immiscibilité dans les magmas, comme l'huile et l'eau

Les magmas produits dans le manteau de la Terre éruptent pour former la croûte océanique ou continentale à la surface de notre planète. Lorsque ces magmas refroidissent, ils cristallisent et produisent une suite de roches ayant des caractéristiques chimiques, physiques et minéralogiques différentes. Ce processus, appelé différenciation, est responsable de la diversité des roches magmatiques que nous voyons aujourd'hui dans les régions volcaniques. Une équipe de recherche, issue des universités de Cambridge et de l'ULiège, vient de mettre le doigt sur un mécanisme important et furtif qui se produit au moment du refroidissement des basaltes, le type de roche magmatique le plus abondant sur Terre. Il s'agit de l'immiscibilité, un processus qui correspond à la séparation spontanée de deux liquides depuis un même liquide homogène. Un peu comme l'huile et l'eau qui sont incapables de se mélanger... L'un des magmas produits est enrichi en fer, ce qui pousse les chercheurs à suggérer que ce processus peut être à l'origine de différents types de minerais.

« *Compositional boundary layers trigger liquid unmixing in a basaltic crystal mush* », *Nature Communications*, octobre 2019.

 **Bernard Charlier**, Chercheur qualifié FNRS, Département de Géologie, ULiège

## La désoxygénation des océans et ses conséquences alarmantes pour nos sociétés



**L'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) a présenté, à l'occasion de la COP25 à Madrid, un nouveau rapport sur l'état des océans, qui révèle un phénomène sous-estimé mais pernicieux : la désoxygénation des océans.**

Le rapport basé sur les travaux de 67 chercheurs dans le monde, dont Marilaure Grégoire, Directrice de recherches FNRS à l'ULiège, établit que les réserves mondiales d'oxygène océanique ont diminué de 2% sur une période de seulement 50 ans. Les principales causes de cette désoxygénation sont l'eutrophisation (accumulation de nutriments) et le réchauffement des eaux océaniques. Cette perte d'oxygène constitue une menace croissante sur les écosystèmes marins et les populations humaines qui en dépendent, notamment via la pêche. Des poissons comme les thons, les marlins ou les requins figurent maintenant sur la liste des espèces menacées. Les océans pourraient à nouveau perdre de 3 à 4% de leur contenu en oxygène d'ici à 2100 si les émissions de gaz à effet de serre croissent au même rythme qu'actuellement.

 **Marilaure Grégoire**, Directrice de recherches FNRS, MAST, ULiège

## Mesurer la densité synaptique in vivo

La maladie d'Alzheimer est caractérisée par des dépôts de protéines anormales. Dès les premiers stades de la maladie, ces protéines rassemblées perturbent le fonctionnement des synapses, les régions de communication entre les neurones du cerveau. Une étude en tomographie à émission de positons (TEP), menée au Centre de Recherche du Cyclotron de l'Université de Liège (GIGA-CRC IVI, ULiège), montre qu'il existe une diminution de la densité synaptique dans la région hippocampique des patients atteints d'Alzheimer.

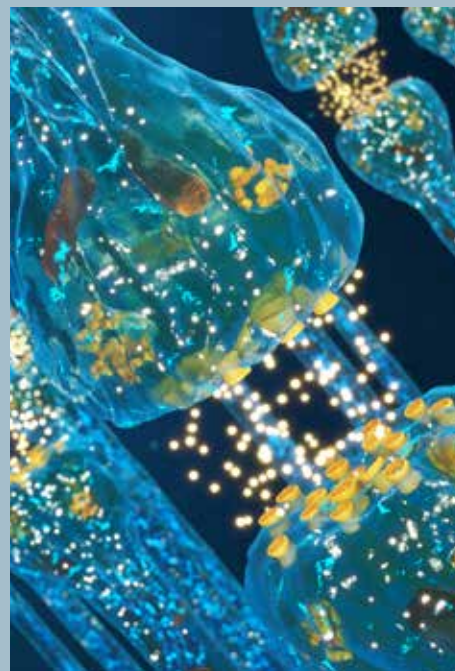
Cette étude, qui combine la TEP et l'IRM, a été réalisée grâce au travail du laboratoire de Recherche & Développement en radiochimie du GIGA CRC IVI, qui a synthétisé le radiopharmaceutique, le [18F]UCB-H. Elle a démontré une diminution significative de la densité synaptique dans différentes régions corticales de patients avec une maladie d'Alzheimer débutante. La différence la plus marquée est observée dans la région hippocampique, région critique pour la mémoire. L'étude est la deuxième au monde à confirmer in vivo des résultats que l'on n'obtenait précédemment que sur du matériel d'autopsie.

« In vivo imaging of synaptic loss in Alzheimer's disease with [18F]UCB-H positron emission tomography », *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging*, août 2019.

 **Christine Bastin**, Chercheuse qualifiée FNRS, GIGA-Centre de Recherche du Cyclotron, ULiège

**François Meyer**, Candidat spécialiste Doctorant FNRS, Cyclotron, ULiège

**Alain Plenevaux**, Directeur de recherches FNRS, Cyclotron, ULiège  
**Et al.**



## Où se cache le **virus du SIDA** ?



Les personnes atteintes du virus du SIDA peuvent aujourd'hui mener une vie relativement normale grâce à un traitement antirétroviral. Cependant, un réservoir viral subsiste dans le corps et lorsque le patient interrompt le traitement, le virus peut ressurgir à partir de ce réservoir et provoquer un rebond viral, c'est-à-dire une poussée de la charge virale. Dans une récente étude, des chercheurs belges (UZ Gent, KU Leuven, ULB) et leurs collaborateurs ont précisément essayé d'identifier la nature de ce réservoir. Onze patients séropositifs volontaires ont participé à l'étude et ont accepté de brièvement interrompre leur traitement. Pour chaque patient, des échantillons ont été prélevés avant, pendant et après l'interruption du traitement, et ce afin de séquencer le génome des virus. Les rebonds viraux ont ainsi pu être analysés avec une approche phylogénétique afin d'en identifier leur origine. Les analyses ont démontré que, contrairement à ce que l'on pensait jusqu'ici, les cellules immunitaires qui se divisent activement sont co-responsables de ce réservoir viral. L'étude montre en outre que le rebond viral ne provient pas d'un seul organe ou type de cellules spécifiques mais bien de différents types de cellules et parties du corps, comme le sang, les ganglions lymphatiques et le tissu intestinal.

« HIV rebound is predominantly fueled by genetically identical viral expansions from diverse reservoirs », *Cell, Host & Microbes*, septembre 2019.



**Simon Dellicour**, Chargé de recherches FNRS, SpELL, ULB **Et. al.**

## Une origine de l'**hypertension** dans l'**intestin**

Le microbiote intestinal (MI) désigne la communauté des micro-organismes vivant dans le tube digestif des mammifères. Le dysfonctionnement du MI, également appelé « dysbiose », serait associé à diverses pathologies, telles que l'obésité et le diabète. L'hypertension artérielle (HTA) est l'un des acteurs majeurs de la maladie cardio-vasculaire. Le MI influencerait le niveau de pression artérielle, notamment via les acides gras à chaîne courte (AGCC). Ces métabolites sont produits par fermentation bactérienne des hydrates de carbone présents dans le bol alimentaire. Une étude menée par des chercheurs liégeois s'est intéressée à 54 patients masculins répartis en 3 groupes, selon leur niveau tensionnel, au cours d'une période de 24 heures. La composition du MI et l'ensemble des métabolites fécaux (dont les AGCC) ont été analysés et comparés entre groupes. Une corrélation entre l'abondance de certaines bactéries et le niveau tensionnel a été objectivée. Bien plus, on a déterminé que la teneur fécale en AGCC était significativement plus élevée chez les patients hypertendus par rapport aux patients normotendus. Ces observations renforcent l'hypothèse d'une interaction entre l'hôte et son microbiote dans la régulation de la pression artérielle, et elles ouvrent de nouvelles pistes diagnostiques et thérapeutiques dans l'HTA, un domaine majeur de santé publique.

« Gut Microbiota and Fecal Levels of Short-Chain Fatty Acids Differ Upon 24-Hour Blood Pressure Levels in Men », *Hypertension*, juillet 2019.



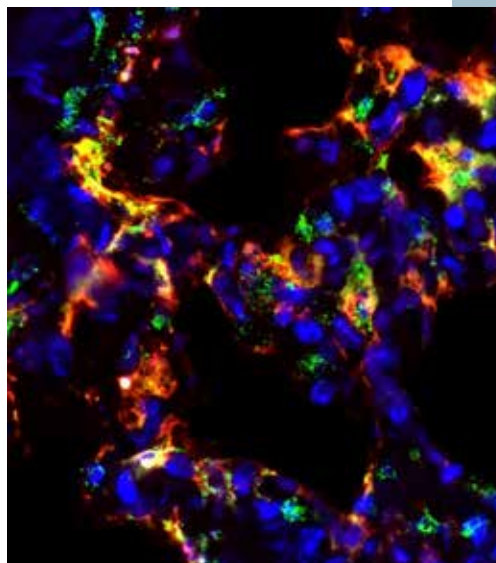
**Justine Huart**, Candidate Spécialiste Doctorante FNRS, GIGA, ULiège  
**François Jouret**, Clinicien-Spécialiste Postdoctorant FNRS, GIGA, ULiège  
**Pascal de Tullio**, Directeur de recherches FNRS, Chimie pharmaceutique, ULiège



## Des **neutrophiles particuliers** favorisent le développement de l'**asthme allergique**

L'asthme allergique représente un problème majeur de santé publique dont la prévalence ne cesse d'augmenter. Des études épidémiologiques ont identifié des facteurs de risque environnementaux de cette maladie, tels que les modes de vie urbains associés à de faibles expositions aux produits dérivés de bactéries, les infections virales respiratoires et la pollution de l'air. Cependant, les mécanismes par lesquels ces différentes conditions augmentent la possibilité de développer une réponse immunitaire dite « de type 2 » à l'encontre d'allergènes, à la base de cette maladie, étaient peu connus.

Des chercheurs liégeois et britanniques ont modélisé différents environnements pro-allergiques chez la souris et ont mis en évidence, dans les poumons des souris exposées, la présence de neutrophiles ayant un phénotype particulier et une propension à libérer des *Neutrophil Extracellular Traps* (NETs), structures riches en ADN libre et décondensé. Ils ont montré que l'inhibition du recrutement de ces neutrophiles dans le poumon ou leur transfert adoptif à des souris « naïves » permettait respectivement, soit d'abroger, soit de potentialiser, la susceptibilité à développer de l'asthme allergique. De plus, l'inhibition des NETs réduisait fortement cette susceptibilité allergique. Cette découverte identifie des neutrophiles particuliers comme déterminants majeurs du développement de l'asthme allergique dans des environnements propices.

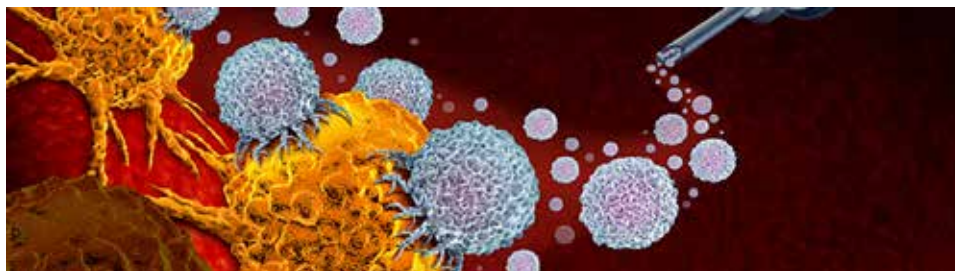


« Locally instructed CXCR4hi neutrophils trigger environment-driven allergic asthma through the release of neutrophil extracellular traps », *Nature Immunology*, novembre 2019.



**Thomas Marichal**, Chercheur qualifié,  
Investigateur WELBIO, GIGA, ULiège  
**Et. al.**

## Un médicament pour cibler le **système immunitaire** contre le **cancer**



Nombre de patients cancéreux opposent des réponses immunitaires contre leur propre tumeur. Sophie Lucas et son laboratoire cherchent à manipuler ces réactions afin de les rendre plus efficaces et permettre le rejet des cellules tumorales par le patient lui-même : c'est tout l'enjeu de l'immunothérapie, une alternative aux thérapies du cancer qui ciblent directement les cellules tumorales, comme la chimio ou la radiothérapie. Les découvertes accumulées ces dix dernières années par l'équipe de l'UCLouvain, autour des lymphocytes T régulateurs (Tregs), des messagers inter-cellulaires (TGF-beta) et de la molécule GARP, ont permis le développement d'anticorps monoclonaux anti-GARP capables d'induire, chez la souris, le rejet de certaines tumeurs. Les essais cliniques sur des patients cancéreux viennent de commencer. Dans le cadre d'un projet WELBIO, l'équipe élargit en parallèle son domaine d'expertise, jusque-là focalisé sur le cancer, en s'intéressant aux infections chroniques et aux maladies auto-immunitaires.



**Sophie Lucas**, Professeure, investigatrice WELBIO, DDUV, UCLouvain

**Charlotte Bertrand**, Grant Télévie, DDUV, UCLouvain

**Nicolas Chalou**, Technicien FNRS, DDUV, UCLouvain

**Grégoire de Stree**, Boursier FRIA, DDUV, UCLouvain

**Julien Devreux**, Aspirant FNRS, DDUV, UCLouvain

**Pierre Van Meerbeeck**, Grant Télévie, DDUV, UCLouvain

**Et al.**



Découvrez ce  
projet WELBIO



fnrs.tv

Chaque jour, les chercheurs FNRS sont interpellés. 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.



### Incendies

« Quand le bois brûle (c'est ce qu'on appelle une combustion), il y a nécessairement un dégagement de dioxyde de carbone, de CO<sub>2</sub>. La question est de savoir si ce dégagement est significatif ou pas. On estime jusqu'à présent que les feux de brousse et de forêt en Australie ont dégagé l'équivalent de la moitié, peut-être même de la totalité, des émissions annuelles de CO<sub>2</sub> en Australie, ce qui est une quantité absolument non négligeable. »

François Massonnet, Chercheur qualifié FNRS, UCLouvain // Journal télévisé 19h30, 7 janvier 2020



### Changement d'heure

« Le changement d'heure a un impact négatif pendant la semaine qui le suit, particulièrement quand on passe de l'heure standard à l'heure d'économie d'énergie, donc de l'heure d'hiver à l'heure d'été, parce qu'on réduit sa nuit d'une heure, ce qui induit tout une série de problèmes, notamment au niveau de la sécurité routière ou de l'augmentation de la prévalence de crises cardiaques. »

Gilles Vandewalle, Chercheur qualifié FNRS, ULiège // RTL INFO, 24 octobre 2019



### L'affaire Boël

« À partir du moment où Albert II a abdiqué, il n'exerce plus la fonction de roi. C'est dorénavant le Roi Philippe qui est protégé par l'article 88 de la Constitution. Albert II est sorti de cette protection de la Constitution. Il est devenu un citoyen belge comme les autres. Il reste une personnalité publique, mais celle-ci n'entraîne pas de statut constitutionnel. En droit constitutionnel, on se retrouve dans une situation alambiquée. »

Xavier Miny, Boursier FRESH, ULiège // 29 novembre 2019



### Libération conditionnelle

« La libération conditionnelle est prise par le TAP, Tribunal d'Application des Peines. Il faut des perspectives de réinsertion sociale, que le risque de récidive soit limité et que des mesures soient prises afin de ne pas importuner les familles des victimes. Mais ces conditions prévues par la loi sont interprétées de manière très différente par les TAP belges. »

Olivia Nederland, Aspirante FNRS, USaint-Louis // 23 octobre 2019



### Gilets jaunes



« C'est un mouvement typiquement français puisque la République française n'est pas du tout construite comme la Belgique fédérale avec des espaces de concertation sociale. On sait qu'en Belgique les syndicats continuent, bon gré mal gré, et avec beaucoup de critiques souvent, à juguler les frustrations sociales qui peuvent émaner des travailleurs pour les porter à l'échelon supérieur. En France, les syndicats sont très faibles et, forcément, la contestation s'organise directement dans la rue. »

Bruno Frère, Maître de recherches FNRS, ULiège // L'Invité, 30 décembre 2019



« Les émissions qui invitent des chroniqueurs polémiques arrivent à créer une incertitude, comme dans un match sportif : va-t-il y avoir un dérapage ? Ces chroniqueurs jouent un rôle de déstabilisation du dispositif attendu. Pour les médias, ces personnalités sont intéressantes, surtout si elles dérapent, parce qu'elles créent une bulle de réactions qui fait énormément de publicité à la chaîne. Les médias peuvent ensuite feindre l'indignation alors qu'ils connaissent les risques. »

Guillaume Grignard, Aspirant FNRS, ULB // Matin Première, 15 novembre 2019



### Trous noirs

« Aujourd'hui la difficulté est de savoir d'où viennent les trous noirs supermassifs qui ont vraiment été observés. »

Une hypothèse est qu'ils soient nés une fraction de milliseconde après le Big Bang dans l'univers primordial. Quant aux trous noirs légers, il faut encore prouver qu'ils existent. »

Sébastien Clesse, Chargé de recherches FNRS, UCLouvain-UNamur // La méthode scientifique, 19 novembre 2019



« Toutes les COP comptent. On peut être un peu lassés par ces grandes messes. Mais les COP sont des endroits où on va coordonner l'action internationale sur le climat et, de cette coopération internationale, on en a absolument besoin. Maintenant, peut-être qu'on attend trop de chaque COP. Toutes les COP ne peuvent pas venir avec de grands accords ou de grands résultats. »

François Gemme, Chercheur qualifié FNRS, ULiège // Quotidien, 2 décembre 2019

**Mauvais signal**

« On peut se dire que les États-Unis ne représentent que 15% des émissions mondiales de gaz à effet de serre, ce qui démontre que le réchauffement climatique est un problème global qu'un pays ne peut résoudre à lui seul. Mais le fait que le deuxième plus gros pollueur de la planète refuse de s'engager à réduire ses propres émissions ne va pas inciter les autres États à faire des efforts. »



Romain Weikmans, Chargé de recherches FNRS, ULB // 6 novembre 2019

**Pronostic politique 2020**

**LE SOIR**

« D'élections en élections, on voit qu'en Belgique, il y a deux communautés, deux opinions publiques qui ont tendance à se séparer même si elles ont plus en commun qu'on peut parfois le penser. Le problème est là. Former des gouvernements va devenir de plus en plus difficile. À moins d'un changement radical, le problème va s'accroître. À court terme, je suis donc inquiet. Fataliste ? Non, ça ne sert à rien. Et puis, ce n'est pas comme si on avait tout essayé. On a juste utilisé les recettes traditionnelles. »

Pierre-Etienne Vandamme, Chargé de recherches FNRS, ULB // 2 janvier 2020

**Télescope Cheops**

« Nous espérons en apprendre davantage sur la densité et donc la composition de ces 'Super-Terres', des planètes très fréquentes dans l'Univers mais malheureusement absentes de notre Système solaire, et donc parfaitement mystérieuses. »

Valérie Van Grootel, Chercheuse qualifiée FNRS, ULiège // 19 décembre 2019



**Traumatismes cérébraux**

« Some patients are in that state, minimally conscious. Some will recover further. Others will not. So the only way forward is to increase our efforts to better document their efforts. [...] It is a silent epidemic : there are hundreds of patients, sometimes in terrible conditions in nursing homes with the elderly. They are young patients with traumatic brain injury who did not receive the proper chance. »

Steven Laureys<sup>1</sup>, Directeur de recherches FNRS, ULiège // 19 janvier 2020

1. Steven Laureys est le lauréat 2019 du prestigieux *Generet Award for Rare Diseases*. Le Prix récompense son projet de recherches sur le traitement de troubles chroniques de la conscience survenant parfois chez des patients qui sortent du coma.

**Intelligence collective**

« Le monde industriel a organisé la séparation entre la conception et l'exécution du travail. C'est ce qu'on appelle le taylorisme. Or, clairement, ce modèle n'est plus efficace. Dans l'économie de services qui est la nôtre – soit une économie de la connaissance – la seule manière efficace d'organiser le travail est d'installer les travailleurs en position de justement avoir une influence sur cette organisation. »

Isabelle Ferreras, Maître de recherches FNRS, UCLouvain // 2 janvier 2020



**THE CONVERSATION**

**Viande in vitro**

« Les animaux disposent d'un système immunitaire les protégeant contre les infections, notamment bactériennes. Or, ce n'est pas le cas des cultures cellulaires, ce qui pose de sérieux problèmes. En effet, dans un milieu riche en nutriments, les bactéries se multiplient bien plus rapidement que les cellules animales. Si l'on veut éviter d'obtenir un steak de bactéries, il est donc indispensable que les cultures soient réalisées dans des conditions de haute stérilité, afin d'éviter les contaminations. »

Eric Muraille, Maître de recherches FNRS, ULB // 8 novembre 2019

**En père et contre tous**



« Nombreuses sont les injonctions qui peuvent décourager les pères à s'impliquer dans leurs rôles. " Ton mari devrait ramener des sous plutôt que de s'occuper des mômes ". Dès lors, comment faire face dans le privé à une certaine conception plutôt traditionnelle de l'entourage ? Soit on assume pleinement son point de vue face à la dépréciation sociale. Soit on s'en trouve entaché. Globalement, la situation qu'ont à affronter certains

papas tourne autour d'une question cruciale : comment s'affranchir de la norme pour adopter le modèle qui nous convient ? »

Bernard Fusulier, Directeur de recherches FNRS, UCLouvain // 23 octobre 2019

**Dubitatifs face au changement climatique ?**

« Ce sont avant tout des gens qui ont beaucoup à perdre, en pouvoir économique ou d'influence, qui rejettent les constats scientifiques. Ils n'acceptent pas que des jeunes leur montrent ce qu'ils ne veulent pas voir. Ce n'est pas nouveau. C'était déjà le titre du film de l'ancien vice-président américain Al Gore en 2006, " Une vérité qui dérange ". »


Françoise Bartiaux, Maître de recherches FNRS, UCLouvain // 20 novembre 2019

**DOSSIER**

**SCIENCES, TECHNOLOGIES ET SOCIÉTÉ**

# Le meilleur des mondes ?





Tout s'est joué en moins d'une décennie. Les rêves (les craintes ?) d'une technologie surhumaine sont anciens, mais les progrès réels dans le domaine sont finalement très récents. Les technologies disruptives touchent aujourd'hui tous les domaines de la recherche et de la société pour, concrètement, optimiser notre confort, apporter des solutions à la pollution, améliorer le diagnostic médical, renforcer notre sécurité, etc. Elles s'apprêtent à révolutionner nos vies. C'est une promesse, pour le meilleur et pour le pire.

Comment fonctionnent certaines de ces innovations techniques et technologiques (la robotique, les systèmes de vision intelligente, l'e-marketing, etc.) ? Comment le chercheur insuffle-t-il une bouffée d'intelligence à des systèmes et des machines ? Comment cerner la façon dont ces avancées ont pu transformer les individus et nos sociétés ou sont sur le point de le faire ? Et si les machines se mettent à penser, comment en garder le contrôle ? Peut-on leur faire confiance ? Comment éviter les dérives éthiques et les véritables failles techniques ? 11 chercheuses et chercheurs FNRS (philosophe, archéologue, ingénieurs, physicien, juriste, politologue) répondent à ces questions.

# De la prophétie des dystopies

par Jean-Noël Missa

En collaboration avec :



ACADÉMIE ROYALE  
DES SCIENCES, DES LETTRES ET DES BEAUX-ARTS  
DE BELGIQUE

“

**La science-fiction confronte le lecteur à tous les avènements imaginables. Elle dit que l'espèce humaine peut s'autodétruire ou être victime d'un cataclysme, mais aussi poursuivre pour longtemps l'invention de soi-même et l'exploration de l'Univers.**

La recherche technoscientifique constitue l'un des moteurs principaux de notre civilisation : elle engendre des mutations non seulement sur l'environnement, mais aussi sur l'être humain. Pour l'historien Yuval Harari, l'humanité du 21<sup>e</sup> siècle est confrontée à trois grands défis : le changement climatique, la guerre nucléaire et les bouleversements technologiques causés par les innovations de la bioingénierie et de l'intelligence artificielle (IA). Dans son livre *Homo Deus*, Harari pense que la guerre nucléaire et le changement climatique pourront être évités, mais que les perturbations engendrées par l'IA et la bio-ingénierie semblent inéluctables. L'imaginaire littéraire à l'œuvre dans les meilleurs récits de science-fiction (A.C. Clarke, P.K. Dick, U. Le Guin, S. Lem, I. Banks, G. Egan, T. Chiang...) conduit le lecteur au seuil des singularités qui s'annoncent...

Les deux grandes dystopies du 20<sup>e</sup> siècle, *1984* et *Le meilleur des mondes*, anticipaient déjà les effets de technologies utilisées dans les pays totalitaires. Les avancées dans le domaine de l'IA, du cyberspace et de la bioingénierie

permettent de multiplier d'autant plus les dispositifs d'observation et de répression. La Chine de Xi Jinping, par exemple, teste de nouvelles technologies permettant de reconstruire la forme des visages à partir d'échantillons d'ADN pour renforcer sa politique de surveillance digne de Big Brother. Mais, ni Orwell ni Huxley n'avaient prévu l'avènement du trans/posthumain dans des sociétés démocratiques et libérales.

Riche en spéculations posthumanistes, la science-fiction permet d'entrevoir divers scénarios sur l'évolution des sociétés du futur et sur les transformations de l'humain. Si le transhumanisme peut ressembler à l'humanisme classique, les moyens qu'il entend mobiliser l'en distinguent. Les nouvelles technologies sont au cœur de ces moyens suivant deux paradigmes : le premier, celui de la transformation de l'être humain par les biotechnologies et, le second, celui de la création de nouvelles formes de vie et de conscience artificielles à partir des recherches liées à l'IA et à la robotique...

Ouvrant la voie à une transformation biologique de l'humain, le futurologue Joël de Rosnay avait imaginé, en 1980,



## Ni Orwell, ni Huxley n'avaient prévu l'avènement du trans/posthumain dans les sociétés démocratiques et libérales.

la mise au point d'une « machine à écrire génétique ». Cette prophétie s'est aujourd'hui réalisée puisque la technologie du CRISPR/Cas9 permet l'édition du génome. En donnant le pouvoir de recombinaison l'ADN avec précision, cet outil a suscité un vif débat relatif à la régulation d'une technologie qui autorise le design génétique d'embryons humains. Ainsi, le premier *International Summit on Human Gene Editing* de 2015 à Washington discutait des aspects scientifiques et éthiques de l'édition du génome. Cela n'a pas empêché le chercheur chinois He Jiankui, en novembre 2018, de modifier génétiquement des embryons humains pour tenter de leur conférer une résistance au virus du SIDA.

Les biotechnologies laissent ainsi entrevoir la possibilité de changer durablement le corps et l'intellect, de transformer l'être humain. Certains critiques ont assimilé le transhumanisme au *Meilleur des Mondes* d'Aldous Huxley. La comparaison ne tient pas : le modèle que décrit Huxley correspond à une société totalitaire qui pratique une forme radicale d'eugénisme d'État ; le transhumanisme, par contre, défend une utopie technoscientifique reposant sur le pari que les Hommes choisiront librement d'avoir recours aux technologies d'amélioration. À cet égard, *Black Milk* de Robert Reed illustre mieux l'eugénisme libéral et la liberté procréatrice auxquels seront confrontées les prochaines générations. Ryder, le narrateur de *Black Milk*, enfant génétiquement amélioré, rapporte ses aventures et celles de ses amis génétiquement modifiés à des degrés divers. Ces histoires traduisent des préoccupations ordinaires d'enfants dont la grande entreprise est la construction d'une cabane en bois dans un vieux chêne. Paradoxalement, les enfants « améliorés » ne se sentent pas différents des autres enfants.

La voie IA/robotique du posthumain a été défendue par des penseurs tels Vernor Vinge, Marvin Minsky et Ray Kurzweil. Dans son ouvrage *The Singularity is near*, Kurzweil se présente comme le prophète de la Singularité, c'est-à-dire d'une période à venir de changements radicaux causés par une accélération exponentielle du progrès technologique. La Singularité suppose la genèse de consciences artificielles et/ou la mise au point d'une « Superintelligence » qui dépasserait les capacités humaines dans tous les domaines de la cognition.

Des robots conscients prendraient ainsi la relève des êtres humains. Telle serait la posthumanité, héritière de l'humanité, non biologique.


Les illustrations en sont nombreuses dans la science-fiction. Dans les récits du *Cycle de la Culture* de Iain Banks, des *Minds* soustraient les individus à la gestion des affaires courantes et les libèrent pour des activités culturelles ou ludiques. Dans *Citizen cyborg*, James Hughes envisage une citoyenneté cyborg autorisant la cohabitation pacifique des humains avec des êtres artificiels. Jusqu'ici en effet, les robots et les IA restent des artefacts non conscients. Il leur manque la conscience de soi pour accéder au statut de personne, et donc à la citoyenneté que Hughes rêve de leur accorder.

## Des compagnons de l'humain


Ces artefacts pourraient cependant déjà devenir des compagnons de l'humain, à l'instar de CIMON 2, robot conçu pour combattre la solitude du cosmonaute. En 2019, ce droïde de forme sphérique, équipé de détecteurs vocaux sensibles aux émotions, a rejoint la Station spatiale internationale (ISS). Le concept de CIMON est inspiré d'une œuvre de science-fiction des années 1940, dans laquelle un robot en forme de cerveau, baptisé Professeur Simon, secondait un astronaute nommé *Captain Future*. Il fait également songer à HAL, l'ordinateur sensible du film *2001 : A Space Odyssey* coécrit par Stanley Kubrick et A.C. Clarke. C'est dans une fusée Falcon 9, conçue par les ingénieurs de Space X, que CIMON 2 a rejoint l'équipage humain de l'ISS. En septembre 2019, lors d'une conférence de presse donnée au pied de son nouveau vaisseau spatial, *Starship*, conçu pour envoyer des Hommes sur Mars, Elon Musk, le patron de Space X, s'exprimait sur ses rêves de « civilisation spatiale ». Pour Elon Musk et ses collaborateurs, ingénieurs ou médecins, l'horizon de l'humain ne se limite pas à la planète, même si des mesures nécessaires s'imposent aujourd'hui pour la préserver.

Rêvant de mondes inconnus et lointains, des scientifiques comme George Church ou Chris Mason envisagent même de modifier le génome de futurs cosmonautes pour les protéger des risques de l'espace.

Les hypothèses relatives à la voie IA/Singularité sont hautement spéculatives. Aucune donnée empirique ne vient soutenir l'idée de la création imminente d'une conscience artificielle ou d'une Superintelligence. Quant au processus de transformation de l'humain par la voie biologique, il sera lent et soumis aux aléas des essais et des erreurs de la recherche empirique. Dans son livre *Le signe et la technique*, le philosophe belge Gilbert Hottot considère que le paradigme de l'opacité du futur est à chercher dans l'imprévisibilité de la recherche technoscientifique. Il est déjà très malaisé d'entrevoir les inventions qui découlent directement de la technoscience contemporaine. Comment alors imaginer les conséquences de techniques qui seront élaborées à partir de strates de connaissances scientifiques et techniques qui n'existent pas encore ? La science-fiction confronte le lecteur à tous les avènements imaginables. Elle aide ainsi à penser un futur non fixé. La science-fiction dit que l'espèce humaine peut s'autodétruire ou être victime d'un cataclysme, mais aussi poursuivre pour longtemps l'invention de soi-même et l'exploration de l'Univers.

 **Jean-Noël Missa**



 **Jean-Noël Missa**, Directeur de recherches FNRS à l'ULB, membre de la Classe Technologie et Société de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique.

# Ces technologies préhistoriques... et révolutionnaires

avec Veerle Rots



Les « nouvelles technologies » ne datent pas d'hier... Chaque époque connaît ses révolutions techniques et la préhistoire n'échappe pas à la règle. Rarement considérée comme une période d'innovations technologiques, la préhistoire en est pourtant remplie. Des technologies dont les impacts sur la société actuelle et notre cerveau se constatent au quotidien.

« **L**a préhistoire permet de remonter aux sources de ce que nous utilisons et faisons aujourd'hui. » Veerle Rots, Maître de recherches FNRS, est préhistorienne et tracéologue. Au sein de l'ULiège, elle a créé le « TraceoLab » (un centre de recherche dédié à l'étude de l'utilisation des outils et des matériaux préhistoriques) avec une ambition, « une passion », corrige-t-elle : « Comprendre l'évolution humaine ».

Son métier, la tracéologie, consiste à se pencher, microscopiquement, sur les traces laissées sur les outils en pierre pour en déduire leurs utilisations. « Sur base d'analyses microscopiques, il est possible de lire une quantité incroyable d'informations, simplement en observant les traces d'usure laissées sur un outil. Les racines de la « techné » – et donc les outils qui permettent l'artisanat – remontent aux premiers Hommes, il y a 3,3 millions d'années. Les outils en pierre sont donc

antérieurs au peuplement d'*Homo sapiens* en Europe – aux alentours de 40.000 av. J.-C. Alors qu'*Homo sapiens* se développe en Afrique, l'Europe est occupée par les Néandertaliens (ca. 250.000-40.000 av. J.-C.). Avec le temps, les Hommes préhistoriques développent des techniques extrêmement variées qui sont, pour certaines, de véritables bouleversements historiques, physiques et psychologiques. Tout ce que nous continuons à développer aujourd'hui est fondé sur ce qui a pu être inventé à cette époque », explique la chercheuse.

« Derrière l'outil, il y a un monde qu'on ne voit pas », ajoute Veerle Rots. « Le temps pris pour concevoir, réaliser, mettre en action... ne transparait pas derrière l'évidence de l'utilisation aujourd'hui quotidienne de l'outil. La tracéologie permet de combler ce manque en remontant la trace de l'outil et ainsi de saisir l'extrême importance des innovations techniques de cette époque. »

## Une série de réactions en chaîne

Première révolution : la maîtrise du feu. Une innovation fondamentale sur laquelle reposent toutes nos techniques actuelles. Pour nos sociétés contemporaines, l'utilisation du feu est cruciale. Sans lui, pas de révolution industrielle, pas de voiture, pas... grand-chose.

« Maîtriser le feu, savoir le produire soi-même, a eu un impact à la fois technique, social et nutritionnel sur notre espèce », observe Veerle Rots. « La préparation d'une autre forme de nourriture permet l'absorption de nutriments nouveaux, modifiant ainsi directement le corps et le cerveau. La chaleur et la lumière, fascinantes, ont spontanément provoqué grillades et réunions au coin du feu, développant une autre forme de sociabilisation : des interactions nouvelles ont jailli, bouleversant les habitudes précédentes. Ces deux aspects – nutritionnel et social – ont à eux seuls eu des conséquences essentielles sur notre cerveau. »

Sans cette première découverte, la suite ne serait pas possible. L'emmanchement par exemple (ou le fait de pouvoir monter un outil lithique sur le sommet d'un épéou ou d'un manche) : cette révolution, qui bouleversa l'histoire, est précisément liée à l'innovation précédente. « Ainsi, sans le feu, il n'est pas possible de créer de la colle pour développer l'emmanchement qui se limitait alors à des fixations ligaturées », explique Veerle Rots. L'emmanchement est à son tour une réelle étape dans le développement des technologies. « Savoir monter un outil en pierre sur un manche en matière organique sous-entend que l'on est capable de combiner une série d'éléments entre eux. » Réaliser qu'il est possible de cumuler plusieurs éléments lithiques et organiques dans un même objet, implique d'avoir développé l'expertise et la complexité intellectuelle pour créer quelque chose de plus efficace et pour planifier à plus long terme. « Chaque invention se construit grâce à la compréhension, directe ou indirecte, des inventions précédentes. Sans emmanchement, pas de GSM, pas d'ordinateur ou de four à micro-ondes aujourd'hui... », analyse la chercheuse.



**Chaque échange, chaque innovation, peut stimuler un changement au niveau cérébral. Innover est le propre de l'Homme : cela fait partie de son histoire et de son espèce, intrinsèquement.**



© Veerle Rots

## Des découvertes aux conséquences multiples

Une nouvelle technologie affecte le groupe dans sa pratique quotidienne, bouleversant ainsi fondamentalement sa manière d'interagir. Prenons la création de projectiles longue portée : alors que la chasse en groupe était monnaie courante, pouvoir lancer des projectiles plus loin grâce au propulseur ou à l'arc a augmenté les chances de survie et permis de minimiser le nombre de chasseurs quittant le foyer en quête de nourriture. Le perfectionnement des outils a engendré une répartition entre ceux partant chasser et ceux restant au campement. Grâce à cette innovation des technologies cynégétiques – liées à la chasse –, graduellement, les individus ont pu se spécialiser – prémices des métiers, de l'artisanat et du fordisme ! Le lien entre les individus évolue ainsi fondamentalement, impactant également notre manière de penser... et donc notre cerveau.

Au cours de la préhistoire, l'homme s'est peu à peu différencié des autres espèces par l'invention de ces technologies, mais aussi par l'utilisation de symboles et langages complexes et le développement d'une culture technique, artistique et religieuse. Notre développement cérébral s'est accéléré à la « vitesse grand V » à partir de découvertes clés. Certaines, comme le feu ou la pêche, ont eu un impact direct sur le cerveau. Sans la maîtrise et la rationalisation de la pêche,


notre espèce n'aurait pu bénéficier des acides gras Oméga 3 nécessaires à un tel développement. De même avec les nutriments présents dans la viande grillée, éléments cruciaux pour notre développement cérébral et cognitif.

« D'autres impacts furent plus indirects », complète Veerle Rots. « Chaque échange, chaque innovation, peut stimuler un changement au niveau cérébral. Nos cerveaux sont aujourd'hui influencés par les technologies comme le téléphone, Internet, la géolocalisation, les réseaux sociaux... Elles stimulent certaines parties du cerveau plus que d'autres. À long terme, certains de ces impacts se transfèrent d'une génération à l'autre. Il est extrêmement complexe de deviner quels seront ces transferts, quels seront ces impacts, mais ils sont fondamentaux. Innover est le propre de l'Homme : cela fait partie de son histoire et de son espèce, intrinsèquement. »



**Marie Thieffry**



 **Veerle Rots**, Maître de recherches FNRS, TraceoLab, ULiège



# La technologie au service de l'environnement : l'éclosion de la chimie verte avec Carla Bittencourt

« Rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme », disait Antoine Lavoisier, considéré comme le père de la chimie moderne. La célèbre formule se meut aujourd'hui en objectif : la recherche, et plus particulièrement la chimie verte, se penche sur de nouveaux procédés plus respectueux de l'environnement, qui se passent des énergies non-renouvelables.

**P**arler de recherche fondamentale en matière d'environnement est une gageure, tant le champ des possibles est vaste. L'UMONS offre toutefois une belle porte d'entrée, elle qui s'est forgée une solide réputation dans le champ de la chimie verte, à savoir la conception de produits et de processus chimiques qui réduisent ou éliminent l'utilisation ou la génération de substances dangereuses pour l'environnement.

## L'importance des capteurs

C'est d'ailleurs pour l'aura de l'université sur la scène internationale, particulièrement en chimie, que Carla

Bittencourt, chercheuse d'origine brésilienne, a décidé de rejoindre Mons. Ses recherches fondamentales portent sur la captation des gaz. « Aujourd'hui, les principaux sujets de recherche en chimie se concentrent sur la surveillance des émissions dans l'environnement (capteurs dans l'eau et capteurs de gaz dans l'atmosphère), la réduction de notre dépendance aux sources d'énergie non renouvelables et la réduction des déchets et de l'empreinte carbone », explique la Chercheuse qualifiée FNRS. « Dans ce contexte, la surveillance permet d'éviter les émissions indésirables tandis que le recyclage (ou la transformation) peut réduire l'impact négatif sur l'atmosphère. Un bon exemple est le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), un gaz à effet de serre qui a contribué

davantage au changement climatique que tout autre gaz en raison de son abondance. La chimie verte a montré que le CO<sub>2</sub> peut être utilisé comme solvant (il est moins toxique que beaucoup d'autres solvants organiques tels que l'acétone) ou réfrigérant industriel pour garder les lieux au frais, devenant ainsi une ressource au lieu d'être un déchet. »

La surveillance se fait donc grâce aux capteurs que la chercheuse s'emploie continuellement à améliorer. « Mon travail consiste à analyser les caractéristiques du matériau, puis à l'optimiser, en ajoutant par exemple un métal, comme du tungstène, pour voir si l'on peut améliorer la propriété de détection du capteur. Je cherche à comprendre pourquoi et comment cette propriété fluctue. » Un exemple

concret ? « En modélisant l'interaction du gaz avec la surface du capteur, les chercheurs ont pu concevoir des dispositifs de détection, fonctionnant à température ambiante, réduisant la consommation d'énergie et permettant l'intégration dans des systèmes sans fil, évitant ainsi une interaction humaine directe avec une zone contaminée. »

## Le problème du plastique

La pollution de l'air n'est évidemment pas le seul enjeu. On parle de plus en plus de ce 7<sup>e</sup> continent dans le Pacifique, constitué de plastique issu de la pétrochimie. Aujourd'hui, dix tonnes de plastique sont produites toutes les secondes sur notre planète. Cela représente 8,3 milliards de tonnes amoncelées sur Terre depuis le lancement des matériaux plastiques au lendemain de la Seconde guerre mondiale (1950). Un plastique quasiment indestructible. « Dégrader le plastique est actuellement très compliqué car il est très stable », confirme Carla Bittencourt. La menace, ce sont les microplastiques issus de la dégradation de ces emballages plastiques rejetés dans nos eaux. Personne ne peut affirmer avec certitude à quel point ces minuscules particules peuvent être dangereuses pour la vie marine, pas plus qu'on ne peut le savoir pour les êtres humains. Ce dont on est sûr par contre, c'est qu'il y a un phénomène de bioamplification : des bactéries, des toxines, des polluants organiques viennent se fixer sur la surface de ces particules. Nul ne peut dire aujourd'hui quel sera l'impact sur la chaîne alimentaire.

Est-ce pour autant la pire invention de l'histoire ? « Je ne pense pas », rétorque Carla Bittencourt. « Beaucoup de bonnes choses ont été développées grâce au plastique, en électronique, en téléphonie, en automobile... ». Nous aurions tort de réduire les matériaux plastiques à leur application la plus courante et la plus courte, celle de l'emballage. « Le hic, c'est qu'on ne peut pas s'en débarrasser. »

## Les bioplastiques

Le constat réalisé pour le plastique est exemplaire et sans appel : la situation n'est pas tenable sur le long terme. La solution est d'écarter les énergies fossiles des cycles de production pour se concentrer sur les énergies disponibles à la surface de la planète, comme la biomasse ou le carbone végétal.

Pour y arriver, le bioplastique, ou plastique biosourcé, fait partie des matériaux non polluants qui devraient être la norme. Pour faire simple, il s'agit de matériaux organiques dans lesquels le carbone est issu de ressources non fossiles. « Le développement de ces nouveaux matériaux est issu de la science fondamentale et de la chimie fondamentale », développe Carla Bittencourt. « Ces nouveaux plastiques peuvent être dégradés par des micro-organismes en quelques années, voire en quelques mois. Et ce n'est pas de la science-fiction : ces matériaux existent déjà. Dans nos supermarchés, certains sachets et d'autres plastiques à usage unique sont déjà biosourcés. »

Le PLA est l'un des bioplastiques les plus connus. Il permet diverses applications comme la production de bouteilles ou de sachets. Il est 100% biodégradable, également en milieu marin, et ne nuit donc pas à l'environnement.

## Une nouvelle génération d'encres et de peintures

Sans être exhaustif, d'autres recherches en cours méritent d'être mentionnées. Celles financées par le FNRS, la Région wallonne et l'Union européenne à l'UMONS, par exemple, sur l'encrassement biologique (*biofouling* en anglais), soit l'accumulation non désirée de micro-organismes, plantes et animaux sur des surfaces exposées à un environnement marin. Les peintures anti-biofouling actuelles comportent des biocides néfastes pour l'environnement marin (cuivre et étain). Les chercheurs de l'université ont donc mis au point une peinture à base de silicone et de



**Les nouveaux plastiques peuvent être dégradés par des micro-organismes en quelques années, voire en quelques mois. Leur développement est issu de la science fondamentale et de la chimie fondamentale.**



**Carla Bittencourt,**  
Chercheuse qualifiée FNRS,  
ChIPS, UMONS

nanotubes de carbone afin de créer une matière anti-biofouling non plus chimique, mais physique, sur laquelle les micro-organismes ne s'accrochent pas.

Souvent nocive, la peinture est d'ailleurs un domaine de recherche en vogue. « La chimie verte a développé une nouvelle génération d'encres sans composés organiques volatils – des produits dangereux pour la santé humaine et l'environnement », détaille Carla Bittencourt. « D'autres peintures intelligentes permettent également, à l'aide de catalyseurs, de nettoyer l'atmosphère. »

Preuve que la science et la recherche permettent aujourd'hui de mieux recycler et de produire de manière plus écologique.



**Laurent Zanella**



**La chimie verte a montré que le CO<sub>2</sub> peut être utilisé comme solvant ou réfrigérant industriel pour garder les lieux au frais, devenant ainsi une ressource au lieu d'être un déchet.**

# La fibre optique au chevet de la médecine avec Christophe Caucheteur

Les technologies médicales sont en plein essor. Côté patient, on ne compte plus les applications liées à la santé ou les objets connectés qui prennent nos paramètres sans discontinuer. Côté professionnel, l'innovation permet d'être de moins en moins invasif et de plus en plus précis dans le diagnostic et le traitement. Éclairage, avec Christophe Caucheteur, Chercheur qualifié FNRS à l'UMONS, sur ce que la recherche apporte à ces technologies qui nous sauvent déjà.

À priori, peu de rapport entre un ingénieur civil électricien et un médecin. Encore moins entre la fibre optique des télécoms et la chirurgie. Et pourtant, c'est l'un des sujets de recherche de Christophe Caucheteur. « Nous achetons cette fibre optique commerciale pour la modifier localement à l'aide d'un laser afin de créer un composant à l'intérieur de la fibre et former ce que l'on appelle un réseau de Bragg<sup>1</sup>. Dans certaines conditions, cela permet, localement, de faire sortir la lumière de la fibre », explique le Chercheur qualifié FNRS. « À l'endroit où il y a eu un traitement laser, nous déposons d'abord une couche d'or et nous greffons ensuite des biorécepteurs. » Ces derniers ont une affinité sélective pour un analyte donné – une protéine dans une solution par exemple. « Quand analytes et biorécepteurs se lient, cela crée un changement d'indice de réfraction très local à la surface de la fibre que l'on est capable de mesurer grâce à la lumière injectée dans la fibre. Cela permet de détecter des cellules cancéreuses par exemple. »

## Focus oncologique

Justement, si l'accent peut être mis sur d'autres tissus ou fonctions, l'équipe de recherches de Christophe Caucheteur se focalise sur les biomarqueurs du cancer, ces fameuses protéines sécrétées en présence de la maladie. « C'est un peu le travail d'un anatomopathologiste qui reçoit des tissus et en fait des coupes et, par microscopie, regarde la présence ou non de ces biomarqueurs. La différence, c'est que nous le faisons via une fibre optique. »

L'intérêt ? La miniaturisation – la fibre optique fait 125 microns, soit un fil à peine plus épais qu'un cheveu

1. Il s'agit d'une structure dans laquelle alternent des couches de deux matériaux d'indices de réfraction différents, ce qui provoque une variation périodique de l'indice de réfraction effectif dans le guide.



**C'est un peu le travail d'un anatomopathologiste qui reçoit des tissus et en fait des coupes et, par microscopie, regarde la présence ou non de ces biomarqueurs. La différence, c'est que nous le faisons via une fibre optique.**

(80 microns) – et l'absence de biopsie. « *In vitro*, on utilise de très faibles volumes d'échantillon, ce qui est très intéressant », note le chercheur. « Placer le capteur en bout de fibre permet d'entrer dans un petit contenant pour faire la mesure. En pratique, on pourrait même se passer des prises de sang et travailler avec un finger-prick qui permet de piquer une goutte de sang (outil utilisé par les patients diabétiques). Une seule goutte permet de faire la mesure. Cela reste théorique, car cela dépend du nombre de biomarqueurs que l'on va trouver dans la goutte. Quand on se focalise sur des éléments plus rares – notamment les cellules tumorales circulantes – elles sont en faible concentration. »

## L'endoscope du futur

La fibre peut donc être utile au diagnostic, mais également à la chirurgie opératoire, grâce à l'endoscope, cet outil traditionnellement composé d'un long cathéter à l'intérieur duquel un outil médical prend place. « La fibre peut être insérée dans le canal d'un endoscope et aller jusqu'au site où l'on souhaite faire la mesure », confirme Christophe Caucheteur.

Outre des biocapteurs, la fibre peut également embarquer des capteurs de force. « Quand un gastroentérologue

emploie son endoscope et fait des opérations dans l'estomac, il ne lui reste, de ses cinq sens, que celui de la vue. Ce qui ne suffit pas toujours quand il faut suturer ou injecter certains produits dans la paroi de l'estomac. Il faut être très précis sous peine de blesser le patient ou pire. Comment pallier cela ? En rendant au chirurgien le sens du toucher, via une mesure de la force dans l'aiguille. Ce n'est donc plus un biocapteur, mais bien un capteur physique, qui permet au chirurgien d'éviter les erreurs d'injection ou de percer les parois de l'estomac. » Un projet baptisé Sensendo est d'ailleurs sur les rails à l'ULB, dirigé par Jacques Devière et Alain Delchambre.

## L'imagerie médicale

Si l'on regarde le panorama des technologies qui inonderont le monde médical de demain, impossible de faire l'impasse sur l'imagerie médicale. « Effectivement, il y a moyen d'aller plus loin grâce à l'imagerie. C'est d'ailleurs un projet que je pousse au niveau de l'ERC (European Research Council). L'idée est de changer la manière dont on fonctionne pour convertir le biocapteur en une technique d'imagerie très locale. » Un projet que Christophe Caucheteur aura l'intention de poursuivre également pour le FNRS.

L'objectif du chercheur est d'arriver à faire de l'imagerie hyperspectrale – qui sert par exemple à réaliser des images topographiques en géologie – via la fibre optique. « Je pense qu'il est possible d'amener cette technologie dans la fibre et donc, avoir une image avec une résolution nanométrique plutôt que centimétrique », explique Christophe Caucheteur. Le but étant de pouvoir interpréter l'information reçue, pour différencier les cellules par exemple. « Cela nécessite toutefois beaucoup de recherches fondamentales dans un domaine pluridisciplinaire. »

## Textiles et lumières

La fibre optique a l'avantage de ne pas véhiculer d'électricité. Un avantage qui, cumulé à celui de sa petite taille, permet d'envisager de fabriquer des textiles intelligents. « L'idée est de réaliser un monitoring avec des prises de paramètres (températures, rythme cardiaque, etc.) », développe Christophe Caucheteur. « On peut aussi imaginer un détecteur d'humidité pour éviter les problèmes d'énuésie chez les enfants par exemple. Nous venons justement d'être contactés pour savoir si l'on pouvait détecter le taux de remplissage de la vessie via l'extérieur de la fibre. C'est pleinement de la recherche fondamentale, car personne ne sait si c'est possible aujourd'hui. »

Enfin, la fibre pourrait également être utilisée à des fins thérapeutiques. « On pourrait jouer sur l'intensité lumineuse, via une antenne émettrice, afin de brûler du tissu cancéreux de manière extrêmement précise ». Le chercheur s'est d'ailleurs essayé à l'exercice en laboratoire. La miniaturisation a de beaux jours devant elle.



**Laurent Zanella**



**Cela nécessite beaucoup de recherches fondamentales dans un domaine pluridisciplinaire.**



**Christophe Caucheteur,**  
Chercheur qualifié FNRS,  
Electromagnétisme  
& Télécommunications, UMONS

## Recherche fondamentale ou appliquée ?

La particularité du travail de Christophe Caucheteur et de son équipe est de rapidement aboutir à des applications concrètes. « Effectivement, on atteint vite de la recherche appliquée », explique Christophe Caucheteur. « En même temps, la recherche a une coloration fondamentale également. Dans les exemples cités, on sent l'application immédiate. Mais derrière le choix des matériaux, la couche d'or sur la fibre par exemple, il y a des considérations physiques importantes. C'est de la recherche davantage fondamentale car on s'intéresse finement aux interactions lumière-matière. »

# Quand l'union des robots fait la force

avec Mauro Birattari

Imaginez des voitures autonomes qui évitent les collisions et les embouteillages, des mers nettoyées de leur plastique, ou encore des survivants retrouvés à l'intérieur de débris inaccessibles par l'homme. D'ici une dizaine d'années, ces situations, à première vue romanesques, pourraient devenir réalité grâce à la robotique en essaim.

**A**u commencement, il y a les insectes sociaux. Une fourmi seule n'est pas suffisamment intelligente pour choisir le chemin le plus court entre son nid et une source de nourriture. Une colonie de fourmis, quant à elle, est capable de le faire : ce sont les interactions entre les insectes qui rendent l'accomplissement de cette tâche possible. Si chaque fourmi réalise des tâches simples, la colonie, dans son ensemble, est en mesure d'accomplir des tâches plus compliquées. Ce comportement collectif complexe s'appelle l'intelligence collective animale. Dans les années 1980, les biologistes se sont passionnés pour ce sujet. Ils ont ainsi révélé l'existence des « insectes sociaux », comme l'abeille, la guêpe, la fourmi, etc.

Une décennie plus tard, les ingénieurs se sont emparés des conclusions des biologistes pour programmer des robots. Ils ont ainsi reproduit les comportements de l'intelligence collective animale sur

des robots afin que ceux-ci résolvent des problèmes. L'enjeu de la robotique en essaim est désormais de transposer ces découvertes dans le monde réel...

## La force du groupe

Mauro Birattari est Directeur de recherches FNRS à l'ULB. Ses recherches portent non seulement sur l'intelligence artificielle mais aussi sur la robotique. Pour lui, « *la robotique en essaim est une approche de la robotique dans laquelle, au lieu de travailler avec un seul robot, on travaille avec un large groupe de robots. La tâche que ces robots doivent accomplir ensemble dépasse les capacités d'un seul robot du groupe. Pour y parvenir, les robots doivent collaborer.* » Gare toutefois au malentendu ! Il ne suffit pas d'avoir un groupe de robots pour parler d'essaim. Dans un essaim de robots, le comportement collectif des robots résulte des interactions locales entre les robots d'une part et entre les robots et l'environnement dans lequel ils agissent

d'autre part. Les essais sont donc guidés par les principes de l'intelligence collective qui favorisent la réalisation de systèmes tolérants aux pannes, évolutifs et flexibles. Ainsi, chaque robot est autonome (et non pas commandé par une unité centrale), a la capacité de s'adapter à l'imprévu et s'auto-organise librement avec les autres robots pour accomplir des tâches. Dans un essaim, il n'y a pas de leader. Si un robot tombe en panne, les autres se réorganisent et continuent à résoudre le problème initial.

## Bien plus que la somme des robots

Pour mieux comprendre, le Directeur de recherches prend un exemple frappant : « *Aux Jeux olympiques d'hiver 2018 en Corée du Sud, au lieu d'un feu d'artifice traditionnel, les organisateurs ont proposé un spectacle de milliers de robots volants, réalisant une chorégraphie dans le ciel. Tous les médias ont parlé d'essaim de robots". Le terme était mal choisi car ils ont exécuté une chorégraphie définie à l'avance, certes magnifique, mais sans aucune marge de liberté.* » C'est le cas également des robots qui circulent dans

“

**Les robots pourront résoudre des problèmes que les humains ne peuvent pas résoudre.**



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

les entrepôts d'Amazon pour assembler les commandes des clients, sous les instructions d'une unité centrale. Force est donc de constater qu'aujourd'hui, il n'y a pas encore d'applications concrètes industrielles de la robotique en essaim. Et demain ?

## La science-fiction qui devient réalité

« Je m'attends à ce que les premières applications de la robotique en essaim arrivent dans cinq ans et, progressivement, les robots deviendront de plus en plus indépendants », prédit le chercheur. Plusieurs secteurs pourront être révolutionnés par la robotique en essaim, à commencer par le marché automobile avec le développement des voitures autonomes. Chaque voiture se coordonnera aux autres en temps réel afin d'éviter les collisions et les embouteillages. Grâce à la robotique en essaim, il sera en outre possible d'explorer des milieux inconnus ou dangereux. Nous pourrions envoyer des robots sur la planète Mars pour préparer une base avant l'arrivée des humains. Des milliers de robots pourront se déplacer sur la surface de la mer pour nettoyer les déchets plastiques. Lors d'une catastrophe naturelle, un essaim de robots pourra s'introduire sous les débris et rechercher des survivants : la destruction de l'un n'interrompra pas le travail des autres. Dans l'agriculture

aussi, les essais de robots pourront soigner spécifiquement chaque plante au lieu de les gérer toutes de la même façon. « Et si on se projette plus loin, en médecine, des micro-robots pourront être injectés dans le corps humain pour apporter des médicaments exactement aux cellules malades », ajoute Mauro Birattari.


## À la recherche d'une méthodologie fiable

Quel est le chemin à parcourir pour arriver à ces projections encore proches, en apparences, de la science-fiction ? Les obstacles sont nombreux. Parmi eux, l'impossibilité actuelle de programmer un essaim. « Aujourd'hui, nous pouvons programmer le comportement de chaque individu, mais pas celui du groupe. Or, il est très difficile d'établir ce que chaque individu doit faire pour que le comportement collectif souhaité soit obtenu », commente le Directeur de recherches. Les ingénieurs programment donc les robots manuellement, par essais-erreurs...



## Les robots ont une place dans notre futur

Ce à quoi travaille Mauro Birattari, c'est au développement d'une méthode automatique pour générer les comportements des robots. Voilà qui libérerait l'ingénieur de la problématique principale : que doit faire chaque individu pour permettre au groupe de résoudre un problème ? Le chercheur de l'ULB a conçu un système d'intelligence artificielle qui analyse l'ensemble des comportements possibles des robots. Il évalue ensuite chaque comportement possible en simulation. Ainsi, le système a aujourd'hui une collection de comportements de base tels que « le robot doit se diriger vers son plus proche voisin », « le robot doit s'éloigner de son plus proche voisin », etc. Le travail accompli atteint un certain niveau de précision que Mauro Birattari compte encore et encore approfondir. Car c'est certain, « la robotique collective occupera une place de choix dans la technologie future. Demain, il n'y aura pas qu'un seul robot. Il y en aura plusieurs. Et pour certaines activités, ces robots pourront résoudre des problèmes que les humains ne peuvent pas résoudre. »

 **Lauranne Garitte**

## Robots en essaim : avantages et inconvénients



### ROBUSTESSE

Si un ou plusieurs robots tombent en panne, l'essaim est suffisamment robuste pour continuer à travailler car aucun rôle n'est préétabli.

### SCALABILITÉ

Comme aucun rôle n'est préétabli, on peut ajouter ou enlever un certain nombre de robots, sans que cela n'entache un projet.

### ADAPTABILITÉ

La force des robots en essaim est de s'adapter en fonction de l'environnement qui change.



### CONCEPTION :

On peut programmer le comportement de chaque robot, mais pas celui du groupe. Le risque est que la dynamique de groupe engendre des comportements dangereux.

### FIABILITÉ :

Beaucoup de recherches sont en cours pour certifier/vérifier les comportements des essais de robots. Nous ne pouvons pas encore leur faire confiance.

### INTERACTION AVEC LES HUMAINS

Les essais de robots nous volent la vedette. Mais surtout, quelle place restera-t-il pour l'être humain ? Sera-t-il possible d'arrêter les actions d'un essaim de robots ?

# Marchés financiers : quand l'IA donne du sens au chaos

avec Thibaut Théate

Appliquer l'intelligence artificielle à des environnements très chaotiques, c'est le défi que s'est lancé Thibaut Théate, Aspirant FNRS à l'ULiège. Les marchés financiers, compliqués à observer tant les données à prendre en compte sont nombreuses, variées et complexes, sont un terrain de jeu parfait pour le jeune ingénieur. Grâce au *deep reinforcement learning*, un ensemble de techniques nouvelles et assez prometteuses, il cherche notamment à établir des stratégies de *trading* et à prédire des crises financières.

**D'**emblée, Thibaut Théate tient à être précis : « *Le terme "intelligence artificielle" est assez vague et souvent mal compris du grand public. En réalité, il existe plusieurs techniques. Il y a les procédés de deep learning, qui, depuis sept ans, sont très à la mode. Ils fonctionnent sur base d'outils mathématiques appelés "réseaux de neurones profonds" et consistent à apprendre par imitation, en ayant accès aux bonnes réponses.* »

Il existe une seconde famille de techniques appelée le *reinforcement learning*, qui correspond, quant à elle, à l'apprentissage par renforcement, par récompense. Thibaut Théate explique : « *L'idée générale consiste en un agent (par exemple, robotique) qui interagit avec son environnement et reçoit des récompenses en fonction de ses actions. Son apprentissage va s'apparenter à de l'essai-erreur en privilégiant les actions donnant accès à des récompenses positives.* »

Pour mener ses recherches, le jeune chercheur s'est intéressé à une extension

de cette seconde famille d'algorithmes qui permet d'élargir le champ des applications. Elle est inspirée, entre autres, des dernières inventions de Google : c'est le *deep reinforcement learning*. « *Ce sont les dernières techniques d'IA et elles sont très prometteuses, mais on a encore beaucoup de choses à apprendre sur le sujet* », indique Thibaut Théate. Il ajoute : « *Pour donner un exemple facile à comprendre, il faut se mettre dans la peau d'un bambin qui apprend à marcher. Il va d'abord observer et imiter ses parents (deep learning) mais il va également faire des essais-erreurs dans le but d'obtenir la récompense qui est de pouvoir se lever (deep reinforcement learning).* »

## Utiliser le passé et le présent pour prédire l'avenir

Lorsqu'il a choisi de travailler sur les applications de l'IA aux marchés financiers, Thibaut Théate s'est lancé le défi de donner du sens au chaos. Car

« *quoi de plus chaotique que la bourse ?* », lance le chercheur, le sourire aux lèvres. « *J'essaye de trouver des stratégies de trading qui soient rentables dans le futur et qui devraient fonctionner par rapport à n'importe quel marché : les marchés haussiers, de crise financière, etc.* ».


En bourse, l'évolution des prix peut être influencée par énormément de facteurs : des données historiques, politiques, macro-économiques... Même les actualités sont susceptibles d'avoir un impact significatif sur la manière dont les investisseurs perçoivent une société : « *Par exemple, un journal va publier une nouvelle disant que telle société va faire faillite, du coup, dans l'idée générale, elle va diminuer en valeur et tout le monde va vendre* », poursuit Thibaut Théate. Même s'il ne les considère pas encore dans ses tests, il sait l'importance que les nouvelles (qu'elles soient véridiques ou non) peuvent avoir sur l'évolution des prix en bourse : « *Actuellement, je considère seulement les prix passés et les volumes qui ont été changés sur les cours de bourse. Dans un futur plus ou moins proche, j'ajouterai les données macro-économiques, comme les taux d'intérêt, les actions liées entre elles, puis je m'attaquerai notamment à l'actualité* ».





**Sur le marché de la bourse, le nombre d'informations est colossal, si bien qu'il est compliqué pour les êtres humains de les traiter de manière efficace. C'est là que la machine trouve toute son utilité.**



 **Thibaut Théate**, Aspirant FNRS, Institut Montefiore, ULiège

L'IA adore les grandes quantités de données. Plus il y en a, mieux c'est. Sur le marché de la bourse, le nombre d'informations est colossal, si bien qu'il est compliqué pour les êtres humains de les traiter de manière efficace. C'est là que la machine trouve toute son utilité. Pour prévenir une faillite, par exemple, certains signes précurseurs sont invisibles pour l'homme mais détectables par l'IA. « S'il y a un grand risque de crise financière, on peut ainsi essayer d'en déterminer les causes et travailler à limiter les effets négatifs, s'il n'est pas trop tard », déclare Thibaut Théate.

## De la bourse au marché de l'électricité

Une autre famille de problèmes, partageant certaines similitudes avec le marché boursier, a intrigué le jeune chercheur. Il s'agit de l'achat d'électricité : « Imaginons une grande entreprise dont la facture d'électricité est très importante (éclairage, usines, etc.) et qui a trois ans pour acheter son électricité à l'avance. Pendant ces trois années, les prix vont fluctuer en fonction des actualités passées et des nouvelles du moment. À quel

*moment est-il opportun d'acheter ? C'est une autre famille de problèmes qui partage les mêmes paramètres imprévisibles ». À l'avenir, les recherches de Thibaut Théate pourraient même s'étendre à d'autres secteurs : « On a une valeur qui fluctue dans le temps de manière assez chaotique et on essaye de déterminer quelle va être sa direction dans le futur. Le tout est de trouver des données fiables qui vont expliquer certains mouvements. En tant que chercheur, je trouve les bonnes données et le plus de l'IA, c'est de trouver les liaisons entre ces données (que l'on appelle des "patterns") pour pouvoir expliquer certains phénomènes. Il y a aussi une part importante des recherches qui devra s'intéresser à la gestion de l'incertitude : c'est indispensable dans de tels environnements chaotiques ».*

## Un sujet qui brasse beaucoup d'argent

Au-delà du challenge technique que représente ce sujet de recherche, des difficultés d'un autre ordre viennent troubler le travail de Thibaut Théate : « Les marchés financiers brassent énormément d'argent. Il y a de l'attrait pour

*ce sujet qui est très complexe, mais il est difficile de savoir où en est la recherche parce que beaucoup de données ne sont pas rendues publiques ». La recherche académique n'est pas la seule à investiguer les liens entre IA et marchés financiers : « Des grosses entreprises engagent des spécialistes mais ne délivrent pas les résultats », précise-t-il. Il ajoute : « Mes recherches, je les considère d'un point de vue d'ingénieur civil, c'est-à-dire d'un point de vue technique. J'essaie de résoudre le problème pour ce qu'il est, quel qu'en soit l'objet. Mais, personnellement, je regrette que l'aspect éthique fasse parfois défaut dans les études financières. »*

Au sein de la communauté universitaire, le sujet divise également, pour d'autres raisons. « Chacun fait ses recherches sur une famille de techniques différentes. Certains pensent par exemple que l'IA ne peut rien pour ce type de problème », avoue le jeune chercheur. À ce stade, c'est bien l'avenir qui nous dira qui avait raison.



**Marie François**

# Il n'y a pas que Big Brother...

avec Christophe De Vleeschouwer

Un clic suffit pour se convaincre que la surveillance par caméra est devenue un business gigantesque. C'est à qui proposera le système le plus performant ou l'offre la plus alléchante. Au point que nous nous sommes habitués à la présence massive des caméras, partout autour de nous. Une familiarité qui nous pousse à réduire les systèmes de vision intelligente et autonome à cette fonction de surveillance. Les perspectives pour la recherche dans le domaine sont pourtant bien différentes...



**De nombreuses applications de la vision intelligente ont une portée sociétale plus intéressante que la surveillance d'individus.**



**Christophe De Vleeschouwer,**  
Directeur de recherches  
FNRS, ICTEAM, UCLouvain

Les caméras intelligentes sont spontanément associées à des fonctions de surveillance et de reconnaissance d'individus. Prévention d'actes terroristes, poursuite de criminels, repérage d'infractions routières ne sont que quelques exemples de l'utilisation de systèmes de plus en plus « intelligents ». Car, à la simple capture d'images, les caméras associent aujourd'hui des capacités d'analyse et d'interprétation des scènes qu'elles observent. Directeur de recherches FNRS au sein de l'ICTEAM (*Institute of Information and Communication Technologies, Electronics and Applied Mathematics*) de l'UCLouvain, Christophe De Vleeschouwer est un homme d'images : « Nous analysons tous les types de contenus visuels », précise-t-il. « Les images obtenues par des caméras lors d'événements sportifs par exemple, mais aussi par des microscopes en biologie, ou des scanners en médecine. » Une manière de préciser d'emblée que l'utilisation des caméras en mode « Big Brother », ce n'est pas vraiment sa tasse de thé.

## Machine learning et deep learning

Les systèmes informatiques apprennent depuis longtemps à réaliser des tâches à partir d'exemples : c'est le « *machine learning* ». En vision, il connaît de beaux jours depuis plusieurs décennies, notamment dans le secteur du contrôle industriel. Permettre à une caméra d'identifier un défaut de soudure n'est par exemple pas très difficile : la

taille de la soudure est un paramètre généralement facile à extraire de l'image, et quelques exemples de soudures satisfaisantes/insatisfaisantes permettront au système d'ajuster le seuil de décision à utiliser pour rejeter les soudures trop larges ou trop étroites.

L'analyse d'images a connu un saut qualitatif important à partir de 2012. Trois ans auparavant, les chercheurs des universités de Princeton et de Stanford avaient adressé un défi à la communauté scientifique. « *Il fallait répartir le million d'images de la base de données ImageNet en un millier de classes différentes* », se souvient Christophe De Vleeschouwer. « *Donc, par exemple, classer tous les oiseaux ensemble, toutes les voitures ensemble, etc. Différents systèmes sont vite parvenus à réaliser cela avec environ 75% de succès. Mais les méthodes proposées ont ensuite plafonné. Jusqu'en 2012, quand un système basé sur l'apprentissage de couches neuronales a fait bondir le score à 84%. Ce résultat spectaculaire a suscité un intérêt inédit et massif à l'égard des réseaux convolutifs, ceux-ci organisant les neurones de chaque couche spatialement : ils permettent d'analyser l'image sur base de caractéristiques locales, construites hiérarchiquement au fil des couches.* » Aujourd'hui, le *deep learning* (quand la notion de profondeur fait écho au grand nombre de couches du réseau) permet d'atteindre un taux de réussite de 99,9% dans le challenge *ImageNet* et il a progressivement envahi tous les segments de la vision informatique : la détection d'un objet (ou d'un visage

“

**Nous devons accroître notre capacité à comprendre comment le système prend sa décision. D'autant qu'il suffit parfois d'une variation mineure de l'image pour que sa décision soit totalement inattendue.**

par exemple) et sa reconnaissance, le débruitage ou la segmentation d'une image, l'accroissement de sa définition, sa compression, etc.

## Sport et biomédical

Les programmes de recherche sur lesquels travaillent Christophe De Vleeschouwer et son équipe concernent des applications multiples et variées. Dans le domaine sportif, en collaboration avec Marc Van Droogenbroeck de l'Institut Montefiore (ULiège), la recherche consiste à guider et à personnaliser la production de contenu visuel, lors de matchs de football et basket. Les chercheurs ont appris au système à trier la masse d'images captées et à décider ce qui doit être montré à l'utilisateur final, un peu comme le ferait un réalisateur en studio. Mais c'est surtout dans le secteur biomédical que le laboratoire apprécie de déployer ses activités. Un des projets en cours (avec Denis Lafontaine, Directeur de recherches FNRS à l'ULB) vise à apprendre à un système à caractériser les nucléoles (composants du noyau d'une cellule) et à déceler s'ils ont une forme satisfaisante ou s'ils sont déstructurés, indice éventuel de cancer. Un autre projet cherche à détecter les chutes de patients dans les hôpitaux ou les homes pour personnes âgées. Autre ambition encore, en collaboration avec deux chercheurs de l'UCLouvain, Benoit Lengelé (anatomie


tissulaire) et Greet Kerckhofs (imagerie micro-CT) : caractériser très finement des tissus complexes (en ce compris leurs fibres nerveuses et vaisseaux sanguins) pour envisager à terme l'impression en 3D de tissus à greffer sur des patients.

« Il y a donc, dans le domaine des caméras intelligentes, des applications qui ont une portée sociétale bien plus intéressante que la surveillance d'individus », conclut Christophe De Vleeschouwer. « Malheureusement, les GAFA (Google, Apple, Facebook, Amazon), qui sont très actives dans le développement de ces techniques, se concentrent sur la constitution de bases de données ayant trait aux contextes de surveillance, de détection de personnes, de conduite autonome. Il est important de constituer des bases de données et d'initier des projets dans d'autres secteurs. » Et l'ingénieur de souligner le rôle important joué par le FNRS qui donne l'occasion à des jeunes d'entreprendre des recherches dont la finalité bénéficie à d'autres domaines que ceux dominés par ces entreprises.

## Recherche fondamentale

Malgré les performances impressionnantes réalisées par les systèmes actuels de vision intelligente, il reste beaucoup à faire pour comprendre comment ils fonctionnent. En pratique,

l'aptitude du réseau à apprendre une tâche dépend largement de la manière dont le problème de prédiction est posé (quelle variable prédire ? via quel assemblage de couches ?), et dont les paramètres du réseau sont ajustés à cette prédiction (quelle fonction de coût ? quelle méthode d'optimisation ?). Aujourd'hui, chaque nouvelle tâche nécessite non seulement la collecte de données (souvent considérées comme l'« opium » du chercheur en IA) mais aussi une longue phase de design par essais-erreurs. Répondre à de nouveaux besoins de manière efficace, en capitalisant sur les travaux antérieurs afin de limiter le nombre de données requises pour le nouveau problème, exige de mieux comprendre comment un réseau forge sa décision. Une meilleure compréhension des rouages internes du réseau devrait également permettre de prédire la confiance à accorder à une prédiction. Si un bug se produit lors d'une retransmission d'un match de basket, ce n'est pas grave ; ça peut le devenir dans le cadre du pilotage d'un traitement de radiothérapie ou de la conduite autonome d'une voiture par exemple. « Nous devons accroître notre capacité à comprendre comment le système prend sa décision. D'autant qu'il suffit parfois d'une variation mineure de l'image pour que sa décision soit totalement inattendue. »

 **Henri Dupuis**

# L'internaute dans la ligne de mire de l'e-commerce

avec Ivan Jureta

Courriels promotionnels, encarts dans les journaux, spots radios, affiches, placements de produits dans les films et séries... La publicité est partout. Elle tend à capter notre attention pour nous inciter à consommer un produit ou un service. Et les publicitaires sont de plus en plus doués dans cette tâche. Notamment grâce à la publicité dite ciblée, qui repose sur des technologies intelligentes.

La publicité ciblée est une technique marketing qui consiste à exploiter des renseignements sur le consommateur dans le but de lui présenter des messages personnalisés et donc susceptibles de davantage l'intéresser. Une pratique qui se retrouve au cœur de l'e-marketing. Dès 2000, Google propose aux annonceurs des espaces dédiés dans les résultats de son moteur de recherche. Ainsi, quand un internaute effectue une recherche, des liens renvoyant à des produits ou services s'affichent selon les mots-clés encodés.

Les méthodes pour pister l'internaute se sont beaucoup sophistiquées depuis lors. Aujourd'hui, il existe même des outils capables de générer automatiquement des publicités personnalisées auprès de l'utilisateur. Des usages qui soulèvent certaines questions sociétales.

## 1994 : la mort de l'anonymat

La publicité digitale se développe depuis les années 90. Elle se limite alors à

des bannières et à l'envoi de courriels promotionnels. Très vite, la collecte des données de l'utilisateur devient un enjeu de taille. Les sites web sont dotés d'une mémoire à 1994 avec l'utilisation de *cookies* informatiques. Un programmeur américain a en effet l'idée d'utiliser cette technologie pour que le site enregistre les informations du visiteur (âge, genre, localisation, centres d'intérêt, etc.). Elle devient rapidement une solution pratique pour enregistrer les paniers virtuels sur les sites d'e-commerce et... présenter des produits ou des services adaptés au profil de l'internaute.

Avec ces *cookies*, la nature même de la navigation est donc bouleversée : d'une activité relativement anonyme, l'usage que l'on fait d'Internet se retrouve compilé, analysé et, à terme, exploité à des fins commerciales. Ce qui fait soulever quelques sourcils, déjà à l'époque. Aujourd'hui, l'internaute reste méfiant vis-à-vis de ce pistage numérique. Comme le prouve le dernier rapport de l'Agence « *We Are Social* » et de la plateforme « *Hootsuite* », indiquant que

36% des Belges utiliseraient des outils d'*ad-blocking*. À l'échelle mondiale, ce chiffre grimpe même à 50%.

Si la collecte de données via les *cookies* publicitaires pose question quant au respect de la vie privée, l'apparition de technologies intelligentes capables de cibler automatiquement, et encore plus efficacement, interpelle sur la liberté de choix laissée au consommateur. « *Être bombardé de publicités en phase avec nos intérêts et nos valeurs affecte nécessairement, à un certain niveau, notre liberté de choix comme consommateur* », estime Ivan Jureta, Chercheur qualifié FNRS à l'UNamur et spécialiste des processus décisionnels.

## Le meilleur message, au bon public, au moment adéquat


Comme de nombreux secteurs, le marketing exploite aujourd'hui les innovations en matière d'intelligence artificielle (IA).

Une marque de voiture a ainsi récemment chargé un programme d'intelligence artificielle d'analyser plusieurs années de contenus



**La responsabilité restera toujours humaine. Rappelons-nous que c'est la société qui a décidé de remettre certaines décisions aux mains de la machine.**



 **Ivan Jureta**, Chercheur qualifié FNRS, NADI, UNamur

## La société demeure responsable des machines



En parallèle, il apparaît aussi nécessaire de mieux informer les internautes, jeunes ou moins jeunes, sur la manière dont fonctionnent ces technologies. Aussi, la Commission mondiale d'éthique des connaissances scientifiques et des technologies suggère, dans une étude, que l'IA « devrait être explicable, et permettre d'obtenir une idée précise de son fonctionnement ». Or, la majorité des systèmes informatiques intelligents, tels que ceux exploités par l'e-marketing, sont ce qu'on appelle des « boîtes noires ». C'est-à-dire que leur mécanisme interne est soit inaccessible, soit omis délibérément.

« Nous sommes confrontés ici à un problème de recherche fondamentale et des études sont en cours pour rendre ces systèmes moins opaques. À ce jour, la science ne peut en effet pas expliquer de manière compréhensible comment les systèmes dotés d'autonomie prennent leurs décisions. »

Toutefois, même si l'IA devient un jour capable d'expliquer ses choix, elle ne sera pas pour autant responsable de ceux-ci. « Cette responsabilité est et restera toujours humaine. Rappelons-nous que c'est la société qui a décidé de remettre certaines décisions aux mains de la machine », conclut Ivan Jureta.

 **Camille Stassart**



 Retrouvez l'interview d'Ivan Jureta sur 

publicitaires dans le domaine automobile, afin d'apprendre quels éléments scénaristiques étaient les plus percutants. Le système a, de cette façon, été en mesure de créer un spot TV cohérent pour promouvoir un modèle de la marque. Des progrès restent néanmoins encore à faire. Actuellement, l'IA est surtout utilisée par les publicitaires en tant que simple outil d'analyse. « Il y a toujours une grande prise de décision humaine derrière l'actuelle publicité ciblée », nuance Ivan Jureta. « Les contenus restent décidés par les publicitaires, de même que le groupe cible. Les systèmes informatiques peuvent en revanche calculer quel type de pub sera le plus efficace au sein du groupe ciblé. Et ils seront autorisés à diffuser automatiquement et massivement ce message auprès de ce public ».

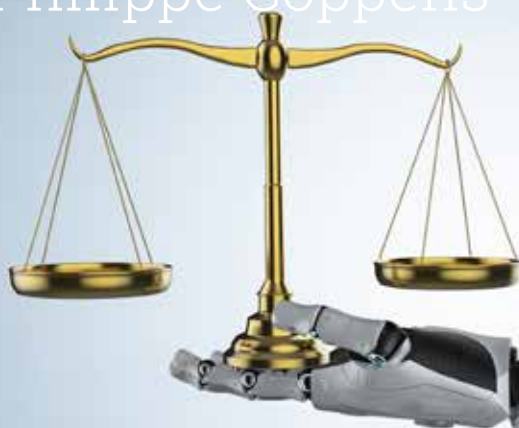
Concrètement, en matière de « marketing intelligent », « les algorithmes fonctionnent en collectant en permanence des données démographiques, ou encore comportementales, sur chaque utilisateur. Ils créent ensuite automatiquement des "groupes" d'utilisateurs similaires et présentent aux publicitaires des mots-clés pour décrire ces groupes », explique Ivan Jureta. « Cela paraît simple, mais la conception de ces systèmes reste complexe pour les ingénieurs : comment

mesurer efficacement cette similarité ? Comment collecter davantage de données comportementales et contextuelles et le faire rapidement quand on a des centaines de millions d'utilisateurs actifs à tout moment ? », énumère le scientifique.

Côté consommateur, il demeure difficile d'évaluer l'impact qu'ont ces technologies sur l'autonomie de décision. « On ne pourra jamais savoir si le produit a été acheté parce qu'on en a vraiment besoin, ou parce que ce besoin a été amplifié par la publicité personnalisée », analyse le Chercheur qualifié. Théoriquement, le consommateur reste libre de combler ce besoin, réel ou non. C'est du moins le cas quand on cible des clients responsables, capables de prendre de la distance vis-à-vis de ces messages publicitaires. « Mais la publicité personnalisée devrait être régulée quand elle vise des groupes d'enfants ou d'adolescents. Et cela devrait être envisagé au niveau même des plateformes web, comme les réseaux sociaux, massivement utilisés par la jeunesse, mais aussi par les annonceurs. Une idée à considérer serait de proposer, par exemple, un moyen de filtrer ces publicités selon les critères de l'utilisateur. L'intérêt serait de contrôler, en partie, ces systèmes de ciblage », poursuit le chercheur.

# Des robots dans les tribunaux ?

avec Philippe Coppens



À une époque où tout le monde se plaint des lenteurs de la justice, l'idée de remplacer certains magistrats par des machines pour désengorger les tribunaux fait son chemin. Le sort des justiciables en sera-t-il amélioré ? Rencontre avec Philippe Coppens, Maître de recherches FNRS à l'UCLouvain.

**E**n Estonie, c'est chose faite ! Dans le cadre d'un projet pilote lancé par le ministère estonien des Affaires économiques et de la Communication, ce sont désormais des machines qui tranchent les affaires dont le litige est inférieur à 7.000 euros et qui sont basées sur des faits clairs et précis, comme les excès de vitesse, les indemnités de licenciement ou les pensions alimentaires. Mais une personne insatisfaite de la décision d'un juge-robot peut demander à être entendue par un magistrat humain. « *Autrement dit*, souligne Philippe Coppens, Maître de recherches FNRS, philosophe du droit à l'UCLouvain, *le principe procédural d'un appel possible de la première décision est préservé.* »


## Sélection

En Belgique, il n'existe pas encore de juges-robots au sens propre du terme, « *c'est-à-dire des machines qui tranchent un cas litigieux sur base d'un algorithme, donc d'un processus de calcul qui applique des règles prédéterminées pour arriver à un résultat* », explique Philippe Coppens. Ce qui existe en revanche, ce sont des logiciels qui permettent en quelque sorte d'anticiper les décisions des juges grâce à des bases de données conçues pour assister les juristes. « *Mais, si utiles soient-elles, ces bases de données ne sont elles-mêmes pas totalement neutres, puisqu'elles résultent d'une sélection entre des milliers de jugements et d'arrêts et que les juristes qui les utilisent ignorent comment cette sélection a été réalisée.* »



**On peut se demander si un juge-robot répond aux exigences d'impartialité et d'indépendance du juge, qui sont des réquisits non seulement du droit belge, mais aussi de la Convention européenne des droits de l'homme.**



 **Philippe Coppens,**  
Maître de recherches FNRS,  
CPDR, UCLouvain

## Biais cognitifs

Si une simple base de données est déjà biaisée, un juge-robot doit l'être davantage encore, la construction de la machine et la sélection de son programme et de ses données étant la résultante d'un travail humain, lui-même soumis à des biais cognitifs. « De ce fait, on peut se demander si un juge-robot répond aux exigences d'impartialité et d'indépendance du juge, qui sont des réquisits non seulement du droit belge, mais aussi de la Convention européenne des droits de l'homme. Même s'il ne faut pas oublier que les décisions des juges humains sont également altérées par des biais cognitifs, de par leur milieu, leurs études, leur religion, et même le moment où ils jugent... », analyse le Maître de recherches FNRS.

## Dieu et le peuple

Pour Philippe Coppens, cependant, l'aspect le plus fascinant de ces juges-robots, si résolument progressistes, est qu'ils sont l'occurrence contemporaine d'une aspiration probablement aussi ancienne que l'humanité. « Tout ce qui arrive dans le monde est de l'ordre de l'événement ou de l'action. Ce qui est de l'ordre de l'événement est traversé par la catégorie de la causalité. Si je soumetts une barre de fer à une source de chaleur, elle se dilate : il y a un lien de cause à effet. Ce qui est de l'ordre de l'action, par contre, est traversé par la catégorie de la liberté. Et qui dit liberté, dit incertitude. Ma thèse est que, depuis les origines, les êtres humains ont cherché à conjurer les risques liés à l'incertitude, en ramenant l'action libre à l'événement. C'est pourquoi ils ont longtemps fait appel aux dieux – ou à Dieu – pour décider si une personne était coupable. C'était le sens des ordales : épreuve du feu, épreuve de l'eau... le jugement avait autorité parce que c'était la volonté de Dieu. À la Révolution française, le peuple s'est substitué à Dieu : le juge était la bouche de la loi, et l'autorité venait de la volonté du peuple. »

## Acceptabilité

L'idée des juges-robots découle du même désir d'échapper à l'incertitude. « Les radars sur les routes sont en fait des juges-robots qui se prononcent sur les excès de vitesse. Leurs décisions peuvent être contestées, par exemple si le propriétaire peut prouver que sa voiture lui a été volée, mais nous nous soumettons bon gré mal gré à l'intelligence artificielle du radar. Je pense donc que les juges-robots pourraient rendre des services dans les affaires où un algorithme suffit – et dans la mesure où leurs décisions seraient acceptables pour la population. Car l'acceptation rationnelle doit être différenciée de l'acceptabilité pratique », détaille Philippe Coppens. En matière de divorce, par exemple, le problème de la garde des enfants pourrait sans doute être réglé par un juge-robot, sur la base de plusieurs centaines de milliers de données. Mais quels parents accepteraient de se soumettre au résultat d'un algorithme en cette matière ?

## 5 euros

« De même, l'éventualité de la remise en liberté de Dutroux fait actuellement débat », rappelle Philippe Coppens. « Pour un juriste, elle est envisageable et même normale à partir du moment où on croit à un système de réhabilitation. Mais, pour le grand public, ça reste une abomination. Imaginons qu'un juge-robot puisse trancher cette question, toutes les conditions exigées – expertise psychiatrique, logement, travail, etc. – étant réunies, en calculant le risque de récidive, qui est l'un des domaines privilégiés de l'utilisation d'algorithme dans le jugement de libération conditionnelle. Même si on pouvait prouver la rationalité de cette décision, la population ne l'accepterait pas, car, dans nos sociétés, ce qui est rationnel n'est pas forcément acceptable. Il en va de même dans le domaine de l'économie. Le Prix Nobel Daniel Kahneman a montré que les acteurs économiques ne se comportent pas

tout à fait rationnellement. Si vous donnez 40 euros à votre fils aîné en lui disant de partager avec son cadet et qu'il ne veut lui céder que 5 euros, le petit frère refusera avec colère – attitude irrationnelle du point de vue économique, puisque, s'il accepte, il aura 5 euros, alors que, s'il refuse, il n'aura rien. Mais ce qui est juste n'est pas algorithmique... »

## Motivation

Par ailleurs, dans les cas complexes, où un débat contradictoire entre les parties est indispensable, « il me semble impossible qu'un juge-robot puisse rencontrer les exigences de délibération et de motivation de sa décision pour justifier l'autorité d'un jugement. Je crois donc que les juges-robots vont se développer, mais dans des domaines limités, car il est exclu qu'ils puissent échanger avec les justiciables, puis motiver leurs décisions. Parce qu'entre les données et le résultat qui suit l'application des règles algorithmiques, personne ne peut déterminer le mouvement de la pensée – dans la mesure où on peut parler de véritable pensée pour une machine ». D'autant plus qu'actuellement, la fraction de la population susceptible de comprendre le fonctionnement d'un juge-robot est infime. « C'est comme les ordinateurs : tout le monde les utilise, mais combien d'entre nous savent comment ça marche ? Ça peut paraître simpliste, mais le robot n'est pas un être humain, et c'est ça qui nous effraie. Même si, dans certains pays, comme l'Estonie, l'acceptabilité est plus grande. Les différences de culture vont probablement accélérer ou ralentir l'implémentation des juges-robots », conclut Philippe Coppens.



**Marie-Françoise Dispa**

# IA et cerveau humain : l'effet miroir

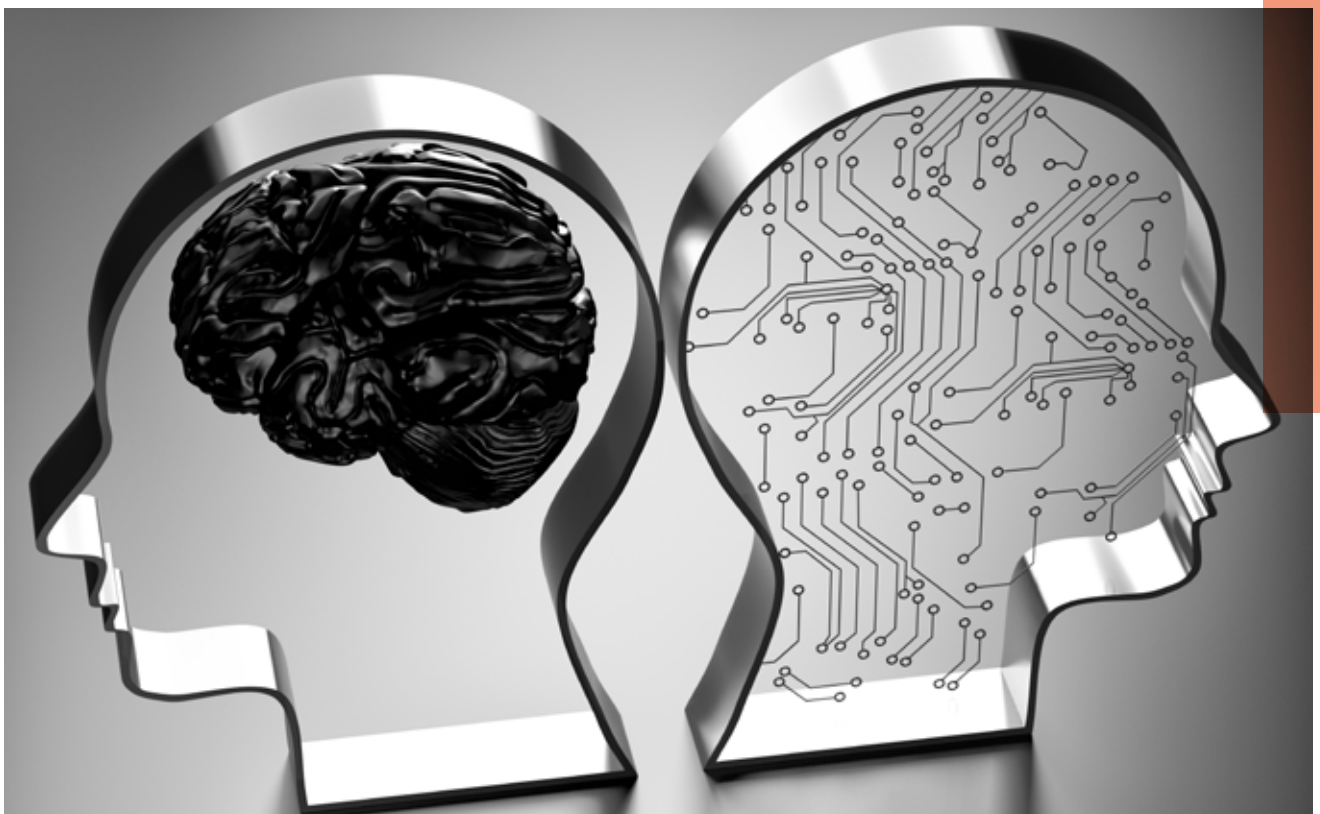
avec Flavio Abreu Araujo

Chaque jour qui passe semble rapprocher l'intelligence artificielle des performances du cerveau humain, que ce soit grâce au *deep learning* ou aux nanoneurones. Pour Flavio Abreu Araujo, Chargé de recherches FNRS à l'UCLouvain, il est nécessaire d'accueillir ces avancées sans peur : elles pourraient bien nous en apprendre beaucoup sur nous-mêmes.

C'est une question de décennies tout au plus : les performances de l'intelligence artificielle (IA), selon de nombreux chercheurs, ne tarderont plus à dépasser les performances humaines. L'apprentissage profond, ou *deep learning* a déjà permis à des machines de réaliser des tâches que l'on pensait jusqu'il y a peu réservées au cerveau biologique, telles que la reconnaissance d'images ou la reconnaissance vocale. Devenus capables d'apprendre, les ordinateurs réalisent désormais des prouesses, à l'image de l'IA élaborée par la filiale *DeepMind* de Google. Non

contente d'avoir battu pour la première fois un champion au millénaire jeu de go en janvier 2016, sa nouvelle version, baptisée AlphaZero, a réalisé fin 2017 un nouvel exploit, avec seulement trois jours d'entraînement et sans aide humaine. Comment ? En jouant plusieurs milliers de parties contre elle-même jusqu'à devenir quasi imbattable. « *La machine gagne mais avec d'autres mouvements que ceux du joueur : elle devient meilleure que le joueur mais sans l'art du joueur* », résume Flavio Abreu Araujo, ingénieur et Chargé de recherches FNRS à l'UCLouvain.

“  
Je n'ai pas de contre-indications quant à dire que l'âme serait produite par les neurones et les synapses. Une fois cela admis, on pourrait imaginer des post-humains, peut-être différents de nous, si ce n'est meilleurs.



## Deep learning et nanoneurones

À côté du *deep learning*, une autre piste prometteuse est aujourd'hui explorée : celle de la mise au point de circuits faits de synapses et de neurones artificiels matériels (*hardware*). Plutôt que d'améliorer l'algorithmique, il s'agit ici d'utiliser de nouveaux matériaux et de mettre au point une architecture capable d'imiter le fonctionnement du cerveau biologique. Contrairement à un ordinateur, notre cerveau a en effet la capacité de combiner les tâches de calcul et de mémoire – les neurones jouant schématiquement le rôle de calculateurs et les synapses le rôle de mémoire. Dans la lignée de ces recherches en calcul neuromorphique, Flavio Abreu Araujo a participé aux travaux ayant mené à la réalisation du premier neurone artificiel de taille nanométrique, ou nanoneurone<sup>1</sup>. « Cela fait longtemps que les chercheurs tentent de simuler le comportement des neurones et des synapses », commente-t-il. « Ils ont d'abord tenté de le faire avec les technologies standards présentes dans nos ordinateurs. Or, pour créer des machines aux capacités cognitives suffisantes, il faut un nombre très élevé de neurones et encore plus de synapses. Pas conséquent, il faut aussi que chacun de ces neurones soit très petit : nous devons donc travailler avec des objets nanométriques qui ont des propriétés semblables aux neurones du cerveau, c'est-à-dire la capacité d'osciller à une certaine fréquence et de traiter des données de manière non linéaire. »

## Imiter pour comprendre

Malgré les fantasmes qu'elle suscite, la recherche sur l'IA s'ancre d'abord dans la volonté non pas de dépasser, mais de comprendre le cerveau humain. « Une partie des chercheurs pense qu'il faudrait d'abord avoir une compréhension parfaite du cerveau avant de pouvoir l'imiter. D'autres, dont je fais partie, pensent qu'on peut se contenter des connaissances actuelles pour développer de nouveaux cerveaux qui, tout en ne fonctionnant pas tout à fait de la même façon que le cerveau humain, pourront avoir des capacités cognitives aussi bonnes, voire supérieures. Ce raisonnement remonte à l'invention de la roue : la roue ne ressemble pas aux jambes de l'Homme et pourtant, avec elle, on va plus loin. » Mieux : c'est en se lançant sur

la voie d'une imitation approximative que nous pourrions finir par percer certains mystères de l'esprit humain, à l'instar d'un miroir déformant qui met en lumière des détails révélateurs. « Une compréhension approfondie des neurones et synapses dans le cerveau humain pourrait notamment permettre de réduire le risque de certaines maladies dégénératives comme Parkinson ou Alzheimer. »

Faut-il imaginer qu'à terme ces « nouveaux cerveaux » seront capables de créativité, de sentiments, de désir ? Qu'ils seront dotés de zones d'ombre, de rêves, d'une vie spirituelle ? Et si oui, faut-il s'en alarmer ou s'en réjouir ? « Je pense que l'intelligence artificielle dépassera l'Homme sur beaucoup de points », répond Flavio Abreu Araujo. « Je n'irais pas jusqu'à dire sur tous car je me heurterais à certains dogmes religieux. Disons en tout cas que je n'ai pas de contre-indications quant à dire que l'âme serait produite par les neurones et les synapses. Une fois cela admis, on pourrait imaginer des post-humains, peut-être différents de nous, si ce n'est meilleurs. » Le chercheur se reconnaît ainsi dans l'idéal transhumaniste, qui postule une amélioration de la condition de l'Homme par une augmentation de ses capacités physiques et mentales. « Sans avoir de lien avec ce mouvement, je me réjouis de savoir que des personnes réfléchissent à la question et j'espère qu'elles pourront sécuriser les différentes technologies qui vont émaner de l'intelligence artificielle : plutôt que de s'enfermer dans la peur et le dénigrement, il me semble important de comprendre et de contrôler ces avancées majeures. Car toute technologie susceptible d'améliorer la condition humaine peut aussi nuire à l'Homme. Le nucléaire en est l'exemple le plus parlant. »


## Un élan commun

Pour Flavio Abreu Araujo, se laisser gagner par l'effroi est d'autant plus vain que notre cerveau a déjà été modifié par ces différentes vagues d'innovations technologiques au fil du temps. « Aujourd'hui, par exemple, nous avons une intelligence manuelle plus faible que par le passé, mais une intelligence intellectuelle un peu plus développée. Notre mémoire est aussi moins bonne que celle de nos ancêtres pour la raison que ce sont nos ordinateurs qui retiennent les informations à notre place. » Une métamorphose qui, si l'on pousse le raisonnement, remonte précisément à l'invention de la roue, 3.500 ans avant notre ère. Comme si l'Homme était soumis depuis des millénaires à une

“

**On peut se contenter des connaissances actuelles pour développer de nouveaux cerveaux qui, tout en ne fonctionnant pas tout à fait de la même façon que le cerveau humain, pourront avoir des capacités cognitives aussi bonnes voire supérieures. Ce raisonnement remonte à l'invention de la roue : la roue ne ressemble pas aux jambes de l'Homme et pourtant, avec elle, on va plus loin.**



 **Flavio Abreu Araujo**, Chargé de recherche FNRS, IMCN, UClouvain

force souterraine, un élan collectif, une « pression inconsciente » si l'on endosse la métaphore psychanalytique, qui le pousse à développer ses capacités, à s'élever contre ses limites, à réparer ses erreurs aussi. « Je pense en effet que la réponse au défi écologique viendra de l'IA, qui pourrait notamment permettre d'apporter des réponses pour la production et le stockage d'énergie. » Ce défi relevé, il en demeurera un autre, de taille : échapper à la brûlure annoncée que le soleil fera subir à la Terre dans 4 milliards d'années. « C'est peut-être ça la pression inconsciente : quelque chose nous dit qu'à très long terme, il va falloir trouver une solution. »



**Julie Luong**

1. Jacob Torrejon et al., « Neuromorphic computing with nanoscale spintronic oscillators », doi :10.1038/nature23011, 2017.

# La démocratie contre le déterminisme technologique

avec Pierre Delvenne



L'intelligence artificielle serait inscrite dans le « sens de l'histoire ». Pour Pierre Delvenne, Chercheur qualifié FNRS en sciences politiques et sociales à l'ULiège, il n'existe pourtant aucun déterminisme technologique : c'est aux citoyens de décider s'ils veulent de l'intelligence artificielle, comment et à quel prix.

“

**Les récits actuels parlent surtout de la crainte que l'intelligence artificielle soit dotée d'une pensée. Bien sûr, ça mérite qu'on s'y attarde. Mais la première question à se poser, c'est : "de quel type d'intelligence artificielle voulons-nous ?"**

**L**es technologies numériques seraient en train de nous coloniser. Qu'on le loue ou qu'on le déplore, cet envahissement aurait un caractère inéluctable. Au mieux, il pourrait résoudre les problèmes liés au handicap, à la maladie ou à la dépendance, grâce à la télémédecine et aux objets connectés. Au pire, il précipiterait nos existences dans l'aliénation et la déshumanisation, remplaçant les travailleurs par des machines et les soignants par des robots. Pas un État, pas une région qui ne croit nécessaire aujourd'hui de créer sa propre Silicon Valley pour rivaliser à son échelle avec le dieu GAFA (Google, Amazon, Facebook, Apple), aussi craint que vénéré. En somme, en dehors de l'avenir technologique, point d'avenir. Pour Pierre Delvenne, cette vision téléologique –

l'intelligence artificielle (IA) irait dans le « sens de l'histoire » – permet surtout de faire l'économie d'un véritable débat démocratique. « *Le discours médiatique a tendance à présenter l'intelligence artificielle comme un processus autonome, en la personnalisant. Mais derrière, il y a des êtres humains, des hommes et des femmes politiques, des ingénieurs* », commente le chercheur.

## Science à huis clos

De tout temps, les changements technologiques, par leur potentiel transformateur, ont engagé des questions sociétales et éthiques. Le problème, pointe Pierre Delvenne, est que nous nous posons ces questions tardivement, bien après que ces

innovations ont été introduites dans nos vies. « *Le plus souvent, les débats initiaux restent calfeutrés derrière les murs des labos, cantonnés à des experts qui considèrent que les enjeux sociétaux sont secondaires. Or, dès l'étape du développement, des questions de valeurs, de préférences politiques, s'expriment. Tout projet émerge dans la tête d'un individu qui a des visions du monde* ».

Aux 18<sup>e</sup> et 19<sup>e</sup> siècles, la science était bien davantage intégrée au débat public : les démonstrations se déroulaient le plus souvent devant une assemblée de profanes, qui endossaient alors le rôle de témoins honorables, garants de la valeur de l'expérience. Physicien et chimiste, l'Irlandais Robert Boyle inaugura dès le 17<sup>e</sup> siècle la méthode expérimentale. Deux siècles plus tard, ses démonstrations devant d'immenses auditoires consacreront Louis Pasteur. « *Progressivement, les laboratoires se sont refermés sur eux-mêmes*, commente Pierre Delvenne, *notamment à cause de la complexité accrue des technologies et du théâtre des expérimentations : nous ne parlons plus d'un simple microscope, mais d'infrastructures, de machines coûteuses, d'environnements qui doivent garantir la non contamination des cellules vivantes. Cela rend les développements complexes, interdisciplinaires, nécessitant différentes formes de savoir.* » Mais ce n'est pas tout : si les laboratoires se sont peu à peu isolés, c'est aussi en raison de l'importance croissante des impératifs commerciaux dans la production de connaissances scientifiques. « *Qu'elle soit publique ou privée, la science se retrouve au coeur de discours politiques qui visent à améliorer la croissance et la compétitivité. Des dispositifs légaux tels que les brevets sont éminemment nécessaires pour générer des retours sur investissement, mais également problématiques car ils empêchent la circulation de certaines connaissances scientifiques* », souligne Pierre Delvenne.

## Technology Assessment

Certains dispositifs pourraient cependant permettre de restaurer le dialogue entre les citoyens et le monde de l'innovation technologique. Pierre Delvenne soutient ainsi, depuis 2008, la création d'un institut de Technology Assessment (TA) en Wallonie. « *Le TA est né aux États-Unis dans les années 70. La plupart des pays d'Europe occidentale sont aujourd'hui*

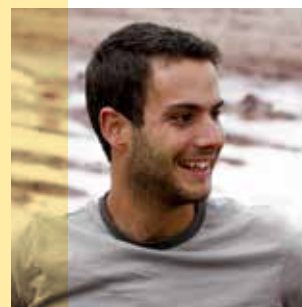
*pourvus d'un institut de ce type qui assure une double mission : produire de la connaissance utilisable et appropriable par le décideur politique et mettre en débat les technologies en incluant des citoyens, des parties prenantes, des experts et des profanes dans une approche participative.* » Depuis janvier 2016, SPIRAL, le centre de recherche de Pierre Delvenne, est aussi devenu membre associé du Réseau Européen de Technology Assessment Parlementaire (EPTA). « *Nous sommes à l'origine d'une proposition de décret visant à créer un institut "Sciences, Démocratie et Société" en Wallonie. Mais elle n'a pu continuer son parcours en commission lors de la législature précédente car un changement de majorité a modifié l'agenda du parlement* », précise le chercheur qui ne désespère donc pas d'une issue favorable. Un autre levier serait de promouvoir une plus grande interdisciplinarité, par exemple en introduisant des cours de sociologie des techniques et de bioéthique dans les cursus de sciences "dures". « *Il est fondamental de donner, dès le départ, des outils aux scientifiques pour penser les questions politiques que pose le développement technologique. Beaucoup d'entre eux se sentent aujourd'hui démunis face aux controverses, aux résistances sociétales, car ils ne se sont pas posés ces questions en amont. Or, si c'était le cas, la robustesse des innovations ne serait pas seulement technique mais sociétale.* »

## Changer de récit

Prenons la voiture électrique autonome dont l'introduction pose, en premier lieu, la question de l'empreinte carbone totale. « *Est-ce que les batteries de ces voitures vont nécessiter une plus grande extraction de minerais précieux comme le lithium, le cadmium ? Quelles seront les répercussions sur les populations locales ?* », illustre Pierre Delvenne. Plus spécifiquement, ces véhicules nécessitent qu'on s'interroge sur les choix qui président à leurs algorithmes : en cas de collision inévitable, seront-ils programmés pour épargner plutôt une mère et son enfant ou trois personnes âgées ? Inconfortables dilemmes qu'il revient bel et bien aux Hommes de résoudre, non aux machines. « *Et si ces voitures sont la cible d'un hacking, de terroristes, qui est responsable ? Le logiciel qui pilote ? Ou le conducteur qui aurait dû tenter de reprendre le contrôle à un moment donné ?* » De la génomique au Big Data, ces questions apparaissent d'autant



**L'avènement de certaines technologies s'accompagne de dérives autocratiques qui orientent, guident et entravent la liberté des individus, qui les cotent, les classent. On le voit avec les technologies de reconnaissance faciales en Chine.**



 **Pierre Delvenne**, Chercheur qualifié, SPIRAL, ULiège

plus cruciales lorsque le fonctionnement démocratique se fissure. « *L'avènement de certaines technologies s'accompagne de dérives autocratiques qui orientent, guident et entravent la liberté des individus, qui les cotent, les classent. On le voit avec les technologies de reconnaissance faciales en Chine : ces technologies présupposent la disponibilité des corps, mais les corps ne sont pas forcément disponibles. Il faut poser la question du consentement, mais aussi de la récupération commerciale des données.* » Et pour ce faire, il convient en premier lieu de modifier l'histoire tantôt effrayante, tantôt complaisante qu'on se raconte au sujet de l'IA. « *Les récits actuels parlent surtout de la crainte que l'intelligence artificielle soit dotée d'une pensée. Bien sûr, ça mérite qu'on s'y attarde. Mais la première question à se poser, c'est : "de quel type d'intelligence artificielle voulons-nous ?"* » Moins excitant, mais plus urgent...

 **Julie Luong**



# Dans les coulisses des Commissions scientifiques

Bourses, Mandats, Crédits de recherche, Projets de recherche, Mobilité, Crédits d'équipement... Chaque année, près de 4.500 demandes de financement sont gérées par l'administration du FNRS, plus de 6.000 rapports d'expertise à distance sont réalisés et près de 60 Commissions scientifiques et jurys se réunissent<sup>1</sup>. Les procédures appliquées sont connues, systématiques, contrôlées et évaluées. Elles correspondent aux « standards » internationaux les plus exigeants. De l'extérieur pourtant, elles peuvent demeurer mystérieuses. FNRS.news fait le point sur les étapes par lesquelles passe un dossier de candidature à une Bourse ou un Mandat de chercheur, et sur le déroulement du processus d'évaluation<sup>2</sup>.

## LES COMMISSIONS SCIENTIFIQUES DU FNRS

Les Commissions scientifiques sont divisées en grandes thématiques scientifiques. Elles sont donc assez « généralistes ». Chaque Commission est associée à des « champs descripteurs », autant de mots-clés liés à la discipline scientifique. Il y a 13 Commissions scientifiques thématiques (quatre en Sciences de la vie et de la santé, quatre en Sciences exactes et naturelles, cinq en Sciences humaines et sociales), et une Commission en Développement durable (FORESIGHT), qui est transdisciplinaire. Elles sont composées de manière à couvrir l'ensemble des thématiques des dossiers reçus. Elles sont responsables de l'évaluation finale des dossiers soumis et de la remise au CA du FNRS du classement des candidatures.

Toute chercheuse ou tout chercheur qui veut remettre un dossier de candidature au FNRS répond à un appel à projets précis soumis à un règlement. Chaque année, à l'issue des Commissions, les règlements font eux-mêmes l'objet d'une évaluation et sont amendés en vue d'une optimisation des instruments. L'ouverture de chaque appel passe donc par l'approbation des modifications réglementaires par le Conseil d'administration du FNRS, l'ajustement de la procédure, l'adaptation des formulaires et la mise à jour de la plateforme de soumission.

### e-space

*e-space*, qui vient de remplacer Semaphore, est la plateforme unique de gestion qui permet désormais de collecter toutes les demandes de financements. À la date limite fixée par le calendrier des appels, le candidat charge sur l'application les documents

requis : CV, description du projet, etc. Il y choisit sa Commission scientifique ainsi que des « champs descripteurs ». Toutes ces précisions permettent d'affiner la sélection des experts, de faciliter l'attribution des dossiers aux rapporteurs des Commissions et de mener, en aval, un important travail d'analyse et de statistiques.

### La composition des Commissions

La clôture de l'appel marque le début d'une période intense pour les équipes du FNRS, chargées de vérifier l'éligibilité des candidatures et d'en organiser l'évaluation. Ce processus, depuis la réforme de 2010, se déroule généralement en deux étapes : les évaluations à distance (sauf pour les instruments de niveau doctoral) et le passage en Commissions scientifiques.

1. Ne sont traitées ici que les procédures liées au FNRS stricto sensu, et non pas celles de ses Fonds associés.

2. La procédure est identique dans le cadre d'une demande de financement d'un Projet de recherche ou d'un Crédit d'équipement. Les critères d'évaluation, quant à eux, varient légèrement.

Chacune des 14 Commissions compte 15 scientifiques (60% des membres sont extérieurs à la Fédération Wallonie-Bruxelles – dont la Présidente ou le Président – et 40% des membres sont issus de la FWB). Leurs mandats ont une durée limitée et suivent des règles de renouvellement différentes selon qu'il s'agit de membres FWB ou hors FWB. Tout au long de l'année, le COMA (Comité d'Accompagnement composé de professeurs ou chercheurs des six universités FWB) et le FNRS font un travail d'analyse pour identifier, au sein des Commissions, les domaines à couvrir et font des propositions de scientifiques pour chaque membre à remplacer. Ces propositions argumentées sont transmises au CA du FNRS qui les entérine ou demande au COMA adaptations ou précisions.

## Le *matching* par les conseillers scientifiques

La première étape de l'évaluation proprement dite des demandes de financement est réalisée à distance par des experts pointus. L'identification de ces évaluateurs est confiée, au sein de l'administration du FNRS, à une équipe de cinq à huit conseillers scientifiques issus du monde de la recherche et qui ont chacun leurs domaines d'expertise. Selon les appels, chaque conseiller scientifique gère entre 125 et 150 dossiers, et, pour chacun, se lance dans une véritable traque afin de dénicher minimum trois experts scientifiquement légitimes, en évitant les conflits d'intérêt potentiels : ils passent en revue la littérature scientifique sur le sujet, examinent les recommandations d'autres experts et des membres des Commissions scientifiques, scrutent les publications et les collaborations des candidats, plongent dans la base de données d'experts du FNRS (qui compte actuellement environ 12.000 noms et qui est continuellement enrichie par ce travail d'identification). Durant cette étape dite de « *matching* »,



*Les candidats en Sciences humaines déposent énormément de dossiers à l'appel Bourses et Mandats mais beaucoup moins à l'appel Crédits et Projets : dans ces disciplines de recherche, le besoin en chercheurs est souvent plus important que celui en équipement ou en consommables.*

ils identifient ainsi les scientifiques internationaux les plus compétents, des choix ensuite validés ou complétés par les Présidentes et Présidents des Commissions scientifiques. En pratique, lors de chaque appel, 30% environ des évaluations à distance sont réalisées par des expertes et experts qui n'ont encore jamais remis d'évaluation au Fonds par le passé.

[+](#) voir Le FNRS en chiffres, pp. 40-41.

**À noter :** les membres des Commissions ne peuvent pas évaluer à distance un dossier pour la Commission scientifique au sein de laquelle ils siègent – il importe de multiplier les regards.

La recherche des expertes et experts est un travail de longue haleine. Pour collecter trois expertises, il faut avoir sollicité six ou sept expertes et experts.

## L'évaluation à distance

Une fois les expertes et experts identifiés par les conseillers scientifiques, les « gestionnaires de dossiers » contactent les évaluateurs à distance et s'assurent



## MYTH BUSTER

*L'identification des expertes et experts n'est pas automatique. Certes, le FNRS dispose d'une base de données couplée à une « interface de requête ». Mais l'intervention humaine des conseillers scientifiques et leur analyse du projet sont primordiales pour identifier les experts les plus pertinents.*

que les quelque 6.500 expertises annuelles reviennent dans les délais.

Le travail (rémunéré) des expertes et experts à distance consiste à donner une note, d'exceptionnel à insuffisant (A+ à C), à l'ensemble des composantes du projet : le CV du candidat, la qualité de son projet, sa faisabilité, son originalité et son adéquation avec l'environnement de recherche. Les expertes et experts sont tenus de fournir – de préférence dans la langue choisie par le proposant – des commentaires (sous la forme : « forces » / « faiblesses » / « commentaire général »).

Dans la mesure du possible, les dossiers touchant à des thématiques similaires peuvent être traités par un ou plusieurs experts communs. Ceci leur permet d'avoir une vue comparative dans un domaine, ce qui est apprécié par les Commissions scientifiques.

	CATÉGORIES	NOTES
A	A+	exceptionnel
	A	excellent
	A-	très bon
B	B+	bon
	B	moyen
	B-	faible
C	C	insuffisant

### ÉTAPE 1 : L'ÉVALUATION À DISTANCE



## Les travaux préparatoires des Commissions

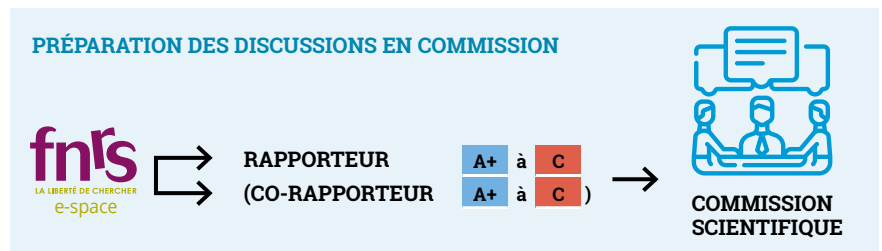
Parallèlement à ce travail d'expertise à distance, commence la préparation des travaux des Commissions. Le FNRS réalise une proposition d'attribution des dossiers aux différents membres de la Commission, proposition soumise, pour approbation, à la Présidente ou au Président. Chaque dossier est ainsi confié à deux scientifiques pour endosser les rôles de rapporteur et de co-rapporteur<sup>3</sup>. Un autre *matching* est donc réalisé, sur base de l'analyse des profils des membres (domaines de spécialité) et en tenant à nouveau compte des conflits d'intérêts potentiels : le rapporteur et le co-rapporteur ne peuvent ainsi pas être attachés à la même université que le candidat, ils ne peuvent avoir avec lui aucune collaboration ni co-publication au

cours des trois dernières années, aucun lien professionnel ou privé. Il importe en outre de viser (sinon d'atteindre) une répartition équitable des dossiers entre les membres de la Commission, et donc de la charge de travail entre chacun d'eux.

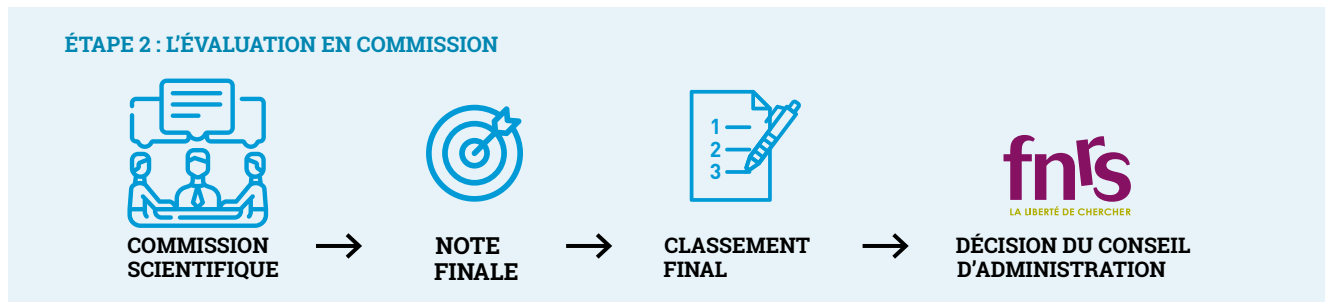
Le rapporteur et le co-rapporteur réalisent, comme les experts à distance, un travail de *scoring* (de notation de A+ à C). Ils ont, via l'interface *e-space* développée par le FNRS, accès aux évaluations à distance afin d'opérer, en à peu près trois semaines, un travail d'analyse du dossier

et de synthèse critique des évaluations. Ils travaillent indépendamment l'un de l'autre. Avant le début des Commissions, ils transmettent via *e-space* leurs scores et le contenu de leur travail d'évaluation à l'administration du FNRS qui génère des tableaux récapitulatifs également appelés « tableaux Commission ».

En vue de préparer les échanges, tous les membres ont également accès aux dossiers qui seront traités en Commission (sauf à ceux avec lesquels ils sont en conflit d'intérêt).



## Dans l'intimité des Commissions



Les 14 Commissions scientifiques sont thématiques. Chacune d'elles évalue successivement des dossiers relatifs aux différents instruments de financement : Aspirant, Chargé de recherches, Chercheur qualifié, Maître de recherches, Directeur de recherches, Crédit de recherche, Projet de recherche, etc.

En Commission, le rapporteur et le co-rapporteur d'un dossier entament les discussions. Ils peuvent être parfaitement d'accord. Ou s'opposer. Tout comme les scores des experts à distance peuvent diverger entre eux. Les débats sont alors plus ou moins vifs, plus ou moins longs : les membres de la Commission prendront le temps de parcourir l'ensemble des commentaires des évaluateurs jusqu'à trouver un consensus. La Commission tente, autant que faire se peut, d'obtenir une décision collégiale, mais lorsqu'un désaccord subsiste, les membres procèdent à un vote.

3. Dans le cas des instruments doctoraux (Aspirant, Candidat Spécialiste Doctorant et Spécialiste Doctorant), il n'y a pas d'évaluation à distance. En Commission, le dossier est alors attribué à deux rapporteurs.

**MYTH BUSTER**

**FAKE**

*Différents tableaux sont projetés lors des Commissions, ce sont des outils d'aide à la décision. Mais ils ne suffisent jamais pour déterminer la note finale (qui n'est donc pas simplement une moyenne arithmétique) : les débats sont systématiques. Si le tableau est un outil de recueil de scores, il offre surtout une vue d'ensemble des évaluations des projets.*

Exemple anonymisé d'un « tableau Commission » reprenant les scores de quatre experts à distance (reviewers) et du rapporteur. C'est un cas typique de discussion : le président de la Commission relèvera que, pour un même dossier, le rapporteur et trois évaluateurs à distance ont attribué la note A (excellent) à l'ensemble des critères tandis que l'un des experts a donné des B (moyen). Il demandera à ce que l'on approfondisse cette notation.

## Le grading et le ranking

À l'issue de la discussion d'un projet, la Commission s'accorde sur une note finale : c'est la *Commission Grading*. Cette note de consensus vient s'ajouter, dans un nouveau tableau, à la moyenne des notes des expertes et experts à distance et à la note du rapporteur. En fin de séance, la Commission se base sur les notes pour effectuer un

classement hiérarchisé des dossiers évalués : c'est le *ranking*. L'analyse des éléments et les débats continuent jusqu'à l'établissement d'un ordre strict des candidats, que le Conseil d'administration du FNRS respectera lors de l'octroi des financements.

Pour l'établissement de ce classement, la Commission ne se soumet à aucune exigence en matière d'équilibre entre les nationalités, les thématiques ou les universités. Seule l'excellence scientifique compte.

Exemple fictif d'un « tableau Commission » projeté en fin de séance d'une Commission scientifique.


Applicant Name	Abbrev Title	Reviewers Average	Rapporteur Grading	Commission Grading	Commission Autoranking	Conflict Appl	Reminder	Final Ranking	Final Rapporteur
XXXXXX	XXXXXX	A (94%)	A+ (100%)	A+ (100%)	1			1	XXXXXX
XXXXXX	XXXXXX	A (95%)	A (95%)	A (95%)	2	X	A > A+	2	XXXXXX
XXXXXX	XXXXXX	A (97%)	A (95%)	A (95%)	2			3	XXXXXX
XXXXXX	XXXXXX	A (94%)	A (95%)	A (95%)	2	X		4	XXXXXX
XXXXXX	XXXXXX	A (93%)	A (95%)	A (95%)	2			5	XXXXXX
XXXXXX	XXXXXX	A (93%)	A (95%)	A (95%)	2			6	XXXXXX
XXXXXX	XXXXXX	A (95%)	A (95%)	A (95%)	2		A > A-	7	XXXXXX
XXXXXX	XXXXXX	A- (89%)	B+ (85%)	A- (90%)	8			8	XXXXXX
XXXXXX	XXXXXX	A- (91%)	B+ (85%)	A- (90%)	8	X		9	XXXXXX
XXXXXX	XXXXXX	A- (90%)	A- (90%)	A- (90%)	8	X		10	XXXXXX
XXXXXX	XXXXXX	A (93%)	A- (90%)	A- (90%)	8			11	XXXXXX
XXXXXX	XXXXXX	A (93%)	A (95%)	A- (90%)	8			12	XXXXXX
XXXXXX	XXXXXX	A- (89%)	A- (90%)	B+ (85%)	13	X		13	XXXXXX
XXXXXX	XXXXXX	A (93%)	B+ (85%)	B+ (85%)	13			13	XXXXXX
XXXXXX	XXXXXX	A- (91%)	B+ (85%)	B+ (85%)	13			13	XXXXXX
XXXXXX	XXXXXX	A- (88%)	B (80%)	B+ (85%)	13	X		13	XXXXXX
XXXXXX	XXXXXX	B+ (85%)	B (80%)	B (80%)	17			99	XXXXXX
XXXXXX	XXXXXX	B+ (86%)	B (80%)	B (80%)	17			99	XXXXXX

## Le CA et les octrois

Les classements établis par les différentes Commissions sont ensuite transmis au Conseil d'administration du FNRS. Tous les dossiers ne pourront pas être financés : leur nombre va dépendre du budget préalablement alloué par le CA à chaque instrument. Le Conseil d'administration fixe en effet, chaque année, les niveaux de financement en fonction des moyens disponibles et donc les différents taux de succès qui seront distribués dans les Commissions scientifiques.

À l'issue du CA de juin (pour l'appel Bourses et Mandats)<sup>4</sup>, les financements sont officiellement attribués selon le classement établi par les Commissions. Le postulant, qui avait rentré un dossier quelques mois plus tôt, reçoit une lettre d'octroi ou de rejet, ainsi que les évaluations des expertes et experts à distance (anonymisées et non notées) et un rapport rédigé par la Commission (et validé par sa Présidente ou son Président) précisant la note finale.

Pour les quelque 250 nouveaux chercheurs doctoraux et post-doctoraux financés chaque année par le FNRS en Fédération Wallonie-Bruxelles dans le cadre de l'appel Bourses et Mandats, c'est ici le début d'une nouvelle expérience de recherche. Pour les équipes du FNRS, tout recommence : évaluation de la procédure, ajustement des mécanismes et règlements et ouverture d'un nouvel appel.

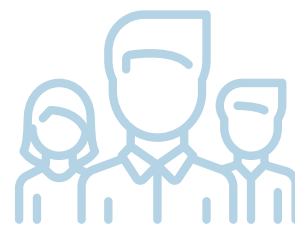
 **Céline Husson**

4. Dans le cadre de l'appel Crédits et Projets, le CA se tient en décembre.

# La base de données des experts du FNRS

Le FNRS a, depuis 2010 et la réforme de ses procédures d'évaluation, développé une expertise reconnue internationalement en matière de *peer reviewing* et d'évaluation. Ainsi, les membres des Commissions scientifiques soulignent très fréquemment la qualité et l'efficacité des procédures mises en œuvre.

Parmi les nombreux outils développés, une base de données d'experts constituée de chercheurs issus du monde entier et en continuelle croissance. Le FNRS y puise la majorité des évaluateurs à distance sollicités dans le cadre de chaque appel à proposition, pour la première étape de l'évaluation. Ces expertes et experts à distance, spécialistes pointus ou proches des projets analysés, remettent une note et des commentaires qui sont ensuite discutés lors de la deuxième étape de l'évaluation, par les Commissions scientifiques.



**12.091<sup>1</sup>**

expertes et experts  
composent la base de  
données FNRS

1. janvier 2019

## DANS LE CADRE DE L'APPEL BOURSE ET MANDATS 2019



**3.319**

invitations à évaluer  
une proposition ont été  
envoyées



**26,9%**

de ces expertes et  
experts étaient des  
femmes



**1.775**

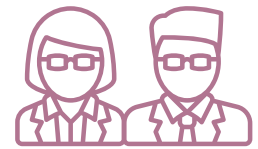
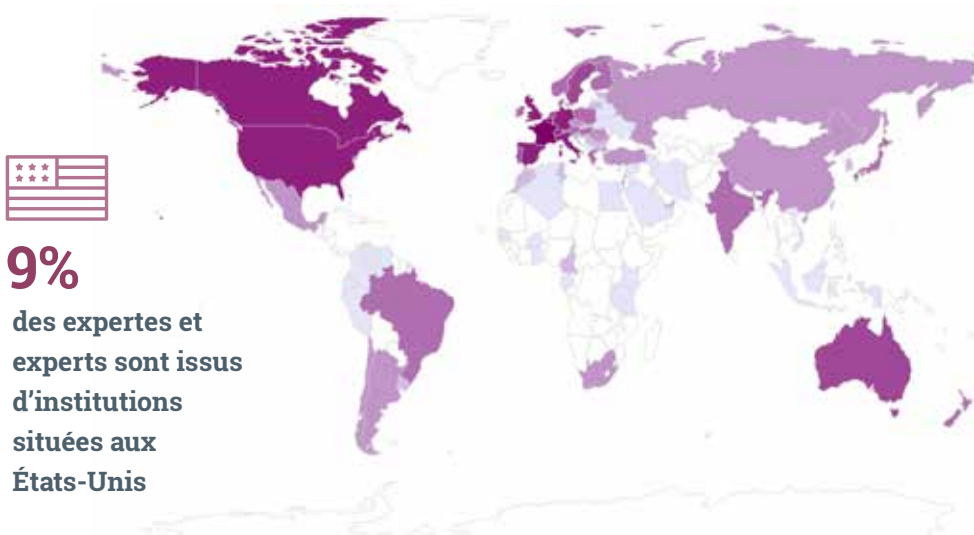
expertes et experts  
ont réalisé une ou  
plusieurs évaluations  
à distance



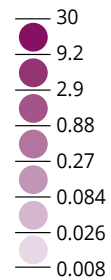
**30%**

un turnover est assuré parmi  
les expertes et experts. Ce taux  
de renouvellement avoisine  
les 30% lors de chaque appel à  
propositions

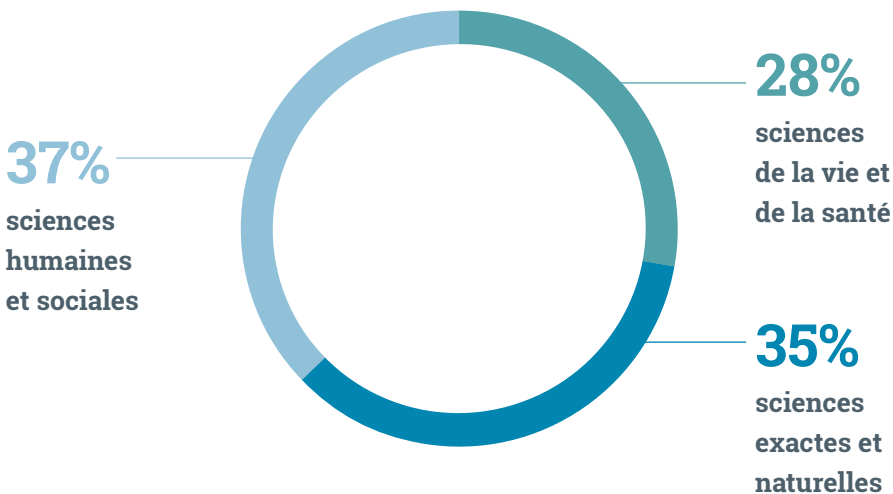
## CARTE DU MONDE DES EXPERTES ET EXPERTS



**31%**  
des expertes et experts sont liés à des institutions françaises



## RÉPARTITION ÉQUILIBRÉE DES EXPERTES ET EXPERTS PAR DOMAINE DANS LA BASE DE DONNÉES



## TÉMOIGNAGE



*Je participe toujours avec plaisir aux évaluations à distance du FNRS. La procédure mise au point me paraît complète. Évaluer ses pairs, c'est une des missions du chercheur. Mais c'est aussi bénéfique pour l'évaluateur : lire les projets des postulants m'amène à explorer des domaines divers de la science, c'est intellectuellement très enrichissant. Ces expertises me permettent d'être au courant des projets à la pointe, parfois très originaux et audacieux, et nourrissent mon ouverture d'esprit. J'aime aussi retrouver les chercheurs à différents stades de leur carrière, évaluer un dossier pour un Aspirant qui, quelques années plus tard, postule à un poste permanent.*



**Maria Navajas**, Directrice de recherches à l'Institut National de la Recherche Agronomique, France.





## Les vies multiples de Françoise Tulkens

Le droit comme passion et la criminologie pour le mettre en perspective : la vie de Françoise Tulkens, ancienne chercheuse FNRS, professeure émérite à l'UCLouvain et juge pendant quatorze ans à la Cour européenne des droits de l'homme, a été guidée tout au long de sa carrière par cette double approche.

**U**n demi-siècle d'une richesse extraordinaire ! Quand on plonge dans la vie professionnelle de Françoise Tulkens, ces mots s'imposent d'eux-mêmes. Diplômée en droit et en criminologie, avocate pendant cinq ans au barreau de Bruxelles, puis successivement Aspirante FNRS, Chargée de recherches FNRS, professeure à l'UCLouvain, et finalement vice-présidente de la Cour européenne des droits de l'homme... Son parcours a été trépidant. Et celui-ci est loin d'être terminé, malgré son éméritat !

Membre associée de l'Académie royale de Belgique, elle met aujourd'hui encore ses talents au service de diverses causes, comités et institutions, telle l'Agence des droits fondamentaux de l'Union européenne, le Comité consultatif des droits de l'homme des Nations unies au Kosovo ou, en Belgique, la Commission fédérale de déontologie. Un de ses sujets actuels d'inquiétude, ou plus exactement « de vigilance » comme elle aime à le préciser, concerne la défense de la démocratie et de l'État de droit.

« *L'État de droit est un État fondé sur le droit au droit et le droit au juge. Un État qui garantit le respect des règles de droit, des droits humains notamment, et un État qui assure l'accès à des juges indépendants et impartiaux* », rappelle-t-elle, avant de s'inquiéter des signes de déclin de ce principe. « *À l'extrême, je pense à ce cas du journaliste saoudien Jamal Khashoggi, assassiné dans l'ambassade de son pays en Turquie en 2018, ce qui est intolérable dans un État de droit* ». Plus banalement, quand elle entend certains politiques dire que l'État de droit est une « *argutie juridique* », cela la fait réagir : « *c'est impossible d'entendre ce genre de chose* », s'exclame-t-elle.

### Le risque : voir s'éteindre les démocraties

Si en Belgique, nous n'en sommes pas là, Françoise Tulkens ouvre cependant l'œil. Elle est préoccupée par certains indices qui montrent qu'on s'habitue dans le quotidien à des choses inacceptables avec des arguments spécieux. Ainsi,

Dans « Trajectoires », Christian Du Brulle (Dailyscience.be) part à la rencontre de scientifiques qui sont passés par le FNRS et qui ont poursuivi leur carrière dans des environnements divers : entreprises, centres de recherches, labos privés... en Belgique ou à l'étranger.

“

**Les démocraties ne meurent pas toujours avec l'armée dans les rues. Mais elles risquent de décliner et de s'éteindre par une succession de petites étapes souvent invisibles, de décisions qui passent presque inaperçues. Cela me fait dire qu'il faut être d'autant plus attentif à tous les signaux qui doivent nous alerter.**

certaines décisions, comme celles qui portent atteinte à la culture, sont inquiétantes. « C'est un très mauvais signal », analyse-t-elle. « Les démocraties ne meurent pas toujours avec l'armée dans les rues. Mais elles risquent de décliner et de s'éteindre par une succession de petites étapes souvent invisibles, de décisions qui passent presque inaperçues. Cela me fait dire qu'il faut être d'autant plus attentif à tous les signaux qui doivent nous alerter ». Parmi ceux-ci, elle en identifie plusieurs qui nous touchent directement, en Belgique comme en Europe. « La culture en est un, la liberté de la presse aussi, les atteintes à la justice et aux juges également, le sort des migrants qui est une honte de nos États. La question des discriminations doit nous rendre particulièrement attentifs. Que cela concerne les femmes, les homosexuels, les religions, les réfugiés politiques, économiques ou encore climatiques : le repli sur soi n'est jamais une bonne chose et mène à une impasse », soutient-elle.

L'avis de cette spécialiste du droit se nourrit de son passé de pénaliste. « Il faut se méfier de la vengeance », dit-elle. « Dans le domaine pénal, la vengeance n'est jamais bien loin. Toutes les discussions sur le rétablissement de la peine de mort après des faits dramatiques traduisent une forme de vengeance. Un autre signe de déclin démocratique », estime celle qui fut également experte à la Commission parlementaire « Dutroux » dans les années 1990. Son expertise académique, elle l'a apportée à une multitude d'autres commissions parlementaires, dont celle sur la traite des êtres humains en 1993.

Obligatoire, ce lien entre l'université et le politique ? « Pour moi, la tâche d'un professeur d'université, c'est de mener de front des recherches, d'enseigner et de rendre des services à la société. J'ai adoré ma vie à l'Université. Je m'y suis pleinement investie de 1976 à 1998, en passant par tous les stades de la carrière académique, jusqu'au titre de professeur ordinaire », indique Françoise Tulkens. « Je me suis fortement impliquée à la Faculté de Droit de l'UCLouvain, mais aussi à l'École de criminologie. Un mélange des genres à mes yeux indispensable. En droit pénal, sans prendre en compte la criminologie, on risque vite de devenir une sorte de technicien aride. Je pense qu'il est impossible de travailler dans le domaine du droit pénal sans le penser de manière philosophique, sociologique, politique. À l'époque, ce n'était pas vraiment bien vu.

Nos collègues de la Faculté de Droit nous avaient d'ailleurs surnommés "l'annexe psychiatrique". J'en ris encore ! »

## Oser penser à contre-courant

La chercheuse s'est toujours accommodée des situations où l'on se retrouve minoritaire. « C'est comme cela que les choses évoluent, estime-t-elle, on lance des idées qui paraissent un peu folles, tout le monde s'en moque. Puis, petit à petit, elles deviennent matière à débats et font progresser la société. Cette démarche m'a permis de réaliser beaucoup de choses, notamment de multiples projets de recherche passionnants. »

Parmi les thématiques qui retiennent son attention, on pointera la protection de la jeunesse, la prison, la corruption, la défense sociale au sens large, mais aussi l'histoire du droit pénal. « J'ai été particulièrement marquée, en 1975, par le livre "Surveiller et punir" de Michel Foucault », explique Françoise Tulkens. « Cet ouvrage sur l'émergence historique de la prison a alimenté mes réflexions sur la manière dont les théories et les doctrines pénales se mettent en place. Je pense qu'il faut savoir comment les choses se sont construites pour penser le futur. Une partie de mes recherches a donc porté sur la généalogie du droit pénal. C'est sans doute ce volet de mes travaux qui m'a le plus mobilisée sur le plan intellectuel, dans une quête de nouvelles solutions. Et en ce qui concerne l'abolition de la prison, certes, le sujet reste incongru. Mais je suis persuadée qu'on y arrivera. J'ai beaucoup d'admiration pour les personnes qui sont capables de penser dans un autre sens que celui des courants dominants. »

L'autre grande partie de la carrière de cette docteure en droit est passée par Strasbourg. Sa candidature de 1998 à la Cour européenne des droits de l'homme a été retenue. Elle y passera finalement quatorze ans. « Les droits humains ont toujours été au cœur de mes préoccupations et ce sont eux qui ont donné sens à ma vie », dit celle qui fut notamment Présidente de la Ligue des droits de l'homme en Belgique francophone. « J'ai été impressionnée par le nombre d'affaires soumis à la Cour provenant des 47 pays membres du Conseil de l'Europe, par les drames que les gens vivaient. Il n'y a pas de pays bon élève ou mauvais élève dans ce domaine. Tous les États sont confrontés à des tensions, y compris le nôtre. Je me souviens du cas

d'un policier, en Belgique, qui avait donné des gifles à un gamin en garde à vue. S'agissait-il d'un problème de non-respect des droits humains ? D'un traitement dégradant ? Oui, la Cour a tranché en disant qu'il s'agissait d'une forme d'humiliation. Quand je dis qu'aujourd'hui il faut rester extrêmement vigilant par rapport à l'érosion de la démocratie, cela passe aussi par ces entorses quotidiennes qui nous entourent et qui peuvent paraître insignifiantes. Mais en matière de droits humains, on ne peut affaiblir le niveau d'exigence. Ils sont l'honneur et la force de notre démocratie. »

 **Christian Du Brulle**

## « Si le FNRS n'avait pas été là... »

Le doctorat est la voie d'accès obligatoire pour une carrière universitaire. Françoise Tulkens en est convaincue. Il ouvre de nouveaux horizons, y compris géographiques. « Mes huit années financées par le FNRS m'ont permis de sortir de la planète Belgique », explique-t-elle. « Pour moi, qui me spécialisais dans le droit pénal, la criminologie et les droits humains, c'était indispensable (même si à l'époque, les responsables de la Faculté de Droit me disaient au contraire que le droit est national et qu'il n'était pas utile d'aller voir ailleurs). Grâce au FNRS, j'ai pu passer une année à Londres et une année aux États-Unis comme visiting scholar. Cela m'a permis de préparer le doctorat, de bien saisir l'évolution de ces matières dans ces pays au lendemain de cette grande révolution culturelle, morale et politique qu'avait initié mai 68. L'année à l'Université Columbia m'a particulièrement marquée : c'était la période des grands développements en matière de droits civiques, des grandes remises en cause, notamment de la place des femmes et des Noirs dans la société, de la décriminalisation des homosexuels... La force intellectuelle et morale qui prévalait à cette époque dans les campus était extraordinaire. C'était également lié à la guerre au Vietnam. Un moment de fécondité intellectuelle extraordinaire dans mon domaine. Je n'aurais jamais pu le vivre si le FNRS n'avait pas été là ».

# La (les ?) Académie(s) belge(s)

À première vue, cela paraît un peu confus. Il y a, en Belgique, plusieurs Académies. Des officielles, on en compte sept : trois flamandes, une bilingue (l'Académie royale des Sciences d'Outre-Mer) et trois francophones (l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, l'Académie royale de Médecine de Belgique et l'Académie royale de Langue et de Littérature françaises de Belgique).

Des Académiciens peuvent siéger ci et là en même temps : l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts est généraliste ; elle compte des scientifiques et des artistes, certes, mais aussi des médecins et des femmes et hommes de lettres. L'Académie royale de Médecine accueille des médecins, évidemment, mais aussi des spécialistes des sciences du vivant. L'Académie royale de Langue et de Littérature françaises de Belgique rassemble des écrivains, c'est certain, mais également des experts de la langue voire des scientifiques purs : ainsi, son nouveau Secrétaire perpétuel, Yves Namur, est, outre un poète, un médecin ! Pour que ce soit plus clair, les trois Secrétaires perpétuels présentent leur Académie, qui, à deux pas du FNRS, évoluent dans un esprit similaire au sien.

À quelques mètres du Palais royal, le Palais des Académies héberge cinq des sept Académies belges. Des trois Académies francophones, la plus ancienne, la plus grande et la plus connue, celle qu'on surnomme la « Thérésienne » et qu'on appelle communément l'« Académie royale », est l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique. Cette institution, fondée en 1772 sous le règne de l'Impératrice Marie-Thérèse de Habsbourg – d'où son surnom – rassemble, contrairement à ce que son nom indique, non pas trois mais quatre classes : aux Classes des Lettres, des Sciences et des Arts, s'est ajoutée, en 2009, la Classe Technologie et Société. Preuve, s'il en est, que cette vieille dame de bientôt 250 ans sait vivre avec son temps. « *Ce ne sont pas les Académiciens de 1772 qui font l'institution d'aujourd'hui* », confirme Didier Viviers, son Secrétaire perpétuel qui, à la suite d'Hervé Hasquin, travaille à rajeunir les cadres et à véritablement ancrer l'Académie dans son époque. Après, c'est sûr que « *quand on a 250 ans, on a de l'expérience* », concède-t-il avec humour.



**Dans un monde axé sur l'utilitarisme, nous poursuivons des idéaux désintéressés et préservons la mémoire des savoirs en Belgique.**

*s'inspire du modèle français de Richelieu* ». Les membres sont nombreux pour coller, autant que faire se peut, à la diversification des (sous-)disciplines scientifiques. « À l'époque, un géographe était aussi mathématicien. Mais le spectre des disciplines s'est extrêmement élargi depuis le XVIII<sup>e</sup> siècle », observe Didier Viviers.

C'est d'ailleurs face à la spécialisation des savoirs que l'Académie royale de Médecine a été créée en 1841 : plutôt que d'ajouter une classe à la très « scientifique » Thérésienne, le Roi Léopold I<sup>er</sup> a fondé une Académie spécifique avec un ADN bien particulier : « *L'art de guérir. La préoccupation première y est celle du patient* », insiste Jean-Michel Foidart, son Secrétaire Perpétuel. « *Si la Thérésienne a pour vocation l'épanouissement des sciences, l'Académie de Médecine travaille au progrès de la santé publique.* » Ainsi 177 Académiciens, répartis en six sections, tentent de couvrir les dimensions les plus diverses et précises de la pratique médicale, depuis les sciences fondamentales jusqu'aux sciences pharmaceutiques, en passant par la médecine interne, la chirurgie, la santé publique, l'éthique et même la médecine vétérinaire.

## Des statuts précurseurs

En 1920, c'est au tour des Lettres françaises de conquérir leur propre Académie. « *Les écrivains flamands, parce qu'ils revendiquaient le droit de célébrer les lettres dans leur langue, sont les premiers à avoir, en 1886, obtenu une Académie de Langue et de Littérature flamandes qui s'installa à Gand* », rappelle Jacques De Decker. Quand l'Académie de Langue et de Littérature françaises de Belgique voit le jour sous l'impulsion de Jules Destrée, elle se distingue d'emblée de son très célèbre modèle, l'Académie française, déjà trois fois centenaire. D'abord, parce qu'elle accueille des femmes dès sa

## Le Collège Belgique : l'initiative commune

C'est une émanation des trois Académies francophones qui tend à répondre à la mission principale de celles-ci : faire rayonner le savoir dans et à l'extérieur des frontières.

Le Collège Belgique organise des cours-conférences de haut niveau, orientés vers des thématiques peu explorées et aux confins de différentes disciplines. Il vise ainsi à mettre à la portée de tous les citoyens un savoir généralement coincé dans le périmètre des universités, des institutions artistiques et des centres de recherche. Ces séances sont données à Bruxelles mais aussi à Charleroi, Liège, Mons, Namur et même à Paris et à Rome.

La plupart des conférences connaissent un prolongement vidéo sur le site Internet :

 [www.lacademie.tv](http://www.lacademie.tv)

Mais cette « durabilité », cette inscription dans le temps, n'est pas sans ajouter à la sagesse de ces institutions. Pour Jacques De Decker, Secrétaire perpétuel honoraire de l'Académie de Langue et de Littérature françaises de Belgique, les Académies sont d'autant plus précieuses aujourd'hui qu'elles sont une des rares structures qui assurent encore conservation et tradition. « *J'ai presque l'impression qu'on est d'avant-garde, tant ce fonctionnement est insolite dans la société actuelle* », sourit le Secrétaire. « *Dans un monde axé sur l'utilitarisme, nous poursuivons des idéaux désintéressés et préservons la mémoire des savoirs en Belgique.* »

## 417 Académiciens

« Nous », ce ne sont pas moins de 417 Académiciennes et Académiciens. La Thérésienne en compte 200, répartis en quatre classes, avec pour mission « *de soutenir la science et les arts et de faire en sorte qu'ils participent très directement au progrès social voire économique* », explique Didier Viviers, « *préoccupation essentiellement anglaise même si, sur le plan structurel, l'Académie*

création. « *C'est formidable* », estime le Secrétaire perpétuel honoraire, qui note qu'en la matière « *la France a 60 ans de retard sur nous. Ce n'est qu'en 1980, après 345 années d'existence et avec l'élection de Marguerite Yourcenar, que l'Académie française voit une femme entrer dans ses murs. Faut-il encore ajouter que l'écrivaine française était Académicienne chez nous depuis 1970 ?* ».

L'Académie de Langue et de Littérature françaises de Belgique se démarque ensuite par son ouverture immédiate à la francophonie, autre « *idée extrêmement visionnaire de Jules Destrée* » selon Jacques De Decker : sur les quarante membres, dix ne sont pas belges mais originaires d'un pays où la langue française est parlée, honorée ou cultivée (la France, la Suisse, la Roumanie, le Canada, etc.). « *C'est tout récemment que l'Académie française a également ouvert ses candidatures à d'autres nationalités ; ainsi espère-t-elle accueillir des talents de chez nous, comme notre Académicienne Amélie Nothomb.* » Enfin, la « Destréenne » a ceci de particulier qu'elle rassemble, outre des écrivains d'imagination (romanciers, nouvellistes, dramaturges, poètes), des philologues,



**Nos missions sont extrêmement complémentaires : si l'Académie de Médecine promeut la santé publique et les progrès de la clinique, le FNRS permet quant à lui le développement de la recherche de base, celle à l'origine de toutes les évolutions médicales.**

c'est-à-dire des spécialistes des textes anciens, des grammairiens, des linguistes et des historiens de la littérature. Il y a donc ceux qui emploient la langue et ceux qui l'étudient, peut-être « *parce qu'en Belgique, où français, néerlandais, patois et accents régionaux co-existent, nous sommes nés avec la conscience que la langue française est une chose relative. Nous avons d'ailleurs produit les meilleurs grammairiens, à commencer par Grevisse et Goosse* », relève Jacques De Decker, confirmant ainsi qu'entre les Académies, il y a des chevauchements – puisque les philologues sont également présents dans la classe des Lettres de la Thérésienne – mais que ces recouvrements sont aussi historiques que délibérés et salutaires.

## Un véritable rôle sociétal

L'Académie de Langue et de Littérature françaises de Belgique n'est pas un cénacle de littérateurs qui ne se consacre qu'à l'étude, à la pratique et à la promotion de la langue. Elle joue un véritable rôle sociétal : de sa propre initiative ou à la demande des pouvoirs publics, elle donne son avis sur des questions de son ressort. Ainsi, dernièrement, les Académiciens ont-ils été consultés sur l'écriture inclusive et la féminisation des noms de métier dans les textes officiels.

Il en va de même pour les autres Académies. S'il s'agit de promouvoir la science ou la santé publique, notamment par l'organisation de symposiums, le financement de prix et la publication de travaux d'envergure, il s'agit surtout de mettre concrètement ce savoir au service de la société en apportant, d'initiative ou sur requête, une expertise dans les domaines qui les concernent. « *L'Académie royale de Médecine donne des recommandations fréquentes* », confirme Jean-Michel Foidart qui multiplie les exemples : « *Récemment, nous avons été contactés par le délégué aux Droits de l'Enfant pour donner un avis commun sur les régimes vegan. De nous-mêmes, nous avons attiré l'attention de la Ministre Maggie De Block sur les conséquences pour les patients de la fermeture d'une vingtaine d'unités de résonance magnétique nucléaire. Nous avons tempéré la vision extrêmement coercitive des autorités en matière d'expérimentation animale. Nous avons organisé des symposiums internationaux sur la question de la vaccination ou de la santé des migrants, dans l'intention de faire rebondir nos recommandations à l'échelle de l'Union européenne. Nous sommes également consultés dans le cadre de l'adaptation des lois par l'Agence fédérale de contrôle nucléaire ou dans le cadre de l'élargissement des compétences des sages-femmes. Et nous réfléchissons actuellement à la façon d'encadrer médicalement l'éventuelle loi relative à l'allongement de la période d'autorisation de l'interruption volontaire de grossesse.* »

Et la voix des Académiciens résonne bien : « *Pour les autorités gouvernementales, l'expertise d'un organe multidisciplinaire, pluraliste et*



**Nous, Académiciens, on se dit : "heureusement qu'il y a un espace comme le nôtre, dans lequel on peut débattre et réfléchir sans avoir cette obligation de réussite et de profit".**



**Jacques De Decker**, Secrétaire perpétuel honoraire de l'Académie royale de Langue et de Littérature françaises de Belgique. Yves Namur lui a succédé le 1<sup>er</sup> janvier 2020.



[www.arlfb.be](http://www.arlfb.be)



*Nos civilisations wallonne et bruxelloise ont perdu le charbon et l'acier. Notre avenir est dorénavant nécessairement lié à nos cerveaux et à l'exploitation de la recherche.*



Jean-Michel Foidart, Secrétaire perpétuel de l'Académie royale de Médecine de Belgique.



[www.amb.be](http://www.amb.be)

« au-dessus des chapelles est précieux », analyse Didier Viviers dont l'Académie répond actuellement à deux demandes officielles : un rapport sur la restitution des œuvres d'art à leur pays d'origine, commandé par la Fédération Wallonie-Bruxelles, et une réflexion sur la démocratie participative sollicitée par le Parlement de la même Fédération.

## Des institutions proches du FNRS

« Ce qui intéresse les organes décideurs, c'est l'esprit critique et l'indépendance de nos scientifiques », commente le Secrétaire perpétuel, également membre du CA du FNRS, et qui, à ce double titre, perçoit finement la proximité des missions des deux institutions : « *Le FNRS finance une recherche libre, les Académies expriment et diffusent cette recherche libre.* » « *Nous faisons cause commune* », poursuit Jean-Michel Foidart, également membre du CA du FNRS et du Comité de gestion du FRSM (Fonds de Recherche Spécialisé en Médecine), qui rappelle



*Ce qui me semble fondamental, c'est l'indépendance dont jouit l'Académie, par rapport au politique ou au reste du monde intellectuel. À l'heure où la science est de plus en plus menacée, cette indépendance est à préserver.*



Didier Viviers, Secrétaire perpétuel de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique.



[www.academieroyale.be](http://www.academieroyale.be)



**Le FNRS finance une recherche libre, les Académies expriment et diffusent cette recherche libre.**

en outre que nombre d'Académiciens sont d'anciens mandataires FNRS. « *Nos missions sont extrêmement complémentaires : si l'Académie de Médecine promeut la santé publique et les progrès de la clinique, le FNRS permet quant à lui le développement de la recherche de base, celle à l'origine de toutes les évolutions médicales* ».

Voilà qui est moins confus.

Les trois Secrétaires perpétuels ont des parcours académiques et professionnels aussi denses que diversifiés. Quand ils

jettent un œil sur leur itinéraire, parsemé « d'aiguillages » comme dirait Jean-Michel Foidart, ils identifient malgré tout facilement ce qui en fait la substance ou la matière commune. Jacques De Decker se définit comme un homme de lettres, Jean-Michel Foidart comme un médecin praticien et Didier Viviers comme un chercheur et un professeur. Aussi sont-ils chacun à leur juste place, à la tête d'institutions savantes qui, en dépit d'une vision et d'une mission communes, ont bien leurs spécificités.



**Céline Rase**

# fnrsawards 2019

## Le mécénat au service de l'excellence

Le 21 janvier dernier, le FNRS organisait ses premiers FNRS.awards : une cérémonie créée pour mettre en lumière les lauréats d'une quinzaine de Prix et Bourses financés par des mécènes privés, fondations et entreprises, et qui récompensent des thèses de doctorat, des post-docs, des carrières scientifiques, de la vulgarisation scientifique, ou financent de la mobilité, des doctorats ou des programmes de recherche. En 2019, 14 Prix et 9 Bourses ont ainsi été décernés pour un montant total de près de 2,5 millions d'euros.



CRÉDIT : DANNY GYS/REPORTERS

# Table ronde

## La récompense : cause ou conséquence de l'excellence scientifique ?



**Ces prix, ils honorent les chercheurs, mais aussi ceux qui ont parfois placé dedans les économies de toute une vie.**

**Vincent Blondel,**  
Président du F.R.S.-FNRS



**La Cérémonie l'a démontré : le mécénat permet de financer des projets risqués qui n'auraient peut-être pas eu leur chance dans des appels à projets classiques.**

**Véronique Halloin,** Secrétaire générale du F.R.S.-FNRS



« Ce que j'ai découvert, c'est l'impressionnante diversité des Prix et des profils récompensés », relève Arnaud Ruyssen (RTBF) en introduisant la table ronde. Ces Prix sont des « éléments décisifs » dans la carrière d'un chercheur, assure Anthony Clève, Professeur d'informatique à l'UNamur, qui lie l'obtention de son poste académique au prix IBM qu'il a reçu en 2010. Autour de la table, les chercheurs sont unanimes : ces reconnaissances sont autant « d'impulsions appréciables » et d'atouts significatifs sur le CV » (pour reprendre les mots de Bénédicte Machiels, jeune chercheuse à l'ULiège et lauréate à trois reprises) ; ce sont des « tremplins », ajoute Miikka Vikkula, Professeur à l'UCLouvain et lauréat, entre autres, du Prix Generet 2018. « Les Prix nous offrent des financements pour aller plus loin, plus vite, sur des questions pointues », explique-t-il, « ou des notions "out of the box" », précise Karine Van Doninck, « Madame rotifères » de l'UNamur, qui estime que son Prix Wernaers lui a autorisé un « détour pour amener la science vers le grand public ».

De leur côté, les mécènes ne se contentent pas de lâcher les cordons de la bourse. Ils sont profondément attachés à leur rôle « d'impulsion », « d'initiateur », dirait Guy Van Wassenhove (Fonds Baillet Latour) : « On a longtemps eu tendance à couronner une carrière scientifique. Mais le mécénat évolue en même temps que la société : pour nous, il est désormais important d'avoir un impact et de s'investir dans les enjeux sociétaux, en amont ». Framboise Boël (Plateforme pour l'Éducation et le Talent – Bourses Gustave Boël-Sofina) souligne l'importance de la communication qui entoure ces prix, rejointe par Brigitte Bekaert dont l'entreprise, L'Oréal Belgilux, contribue, par ses bourses, à la visibilité des femmes en sciences.

Alors, la récompense, cause ou conséquence de l'excellence scientifique ? Un peu des deux, assurent les participants à la table ronde, rejoints par Véronique Halloin, Secrétaire générale du FNRS, qui conclut : « À l'origine, l'excellence est la cause du Prix, bien entendu. Mais le système des récompenses entraîne un cercle vertueux qui pousse les chercheurs à se distinguer toujours plus au profit d'une recherche de plus en plus excellente. »



McKinsey & Company



NOKIA Bell Labs



La brochure de la  
cérémonie, le podcast  
de la table ronde et toutes  
les photos de évènement.



Fonds E.G. de Barys – Fonds Rimaux-Bartier –  
Fonds Gagna A. & Ch. Van Heck – Famille d'Antonella  
Karlson – Centre d'Études Princesse Joséphine-Charlotte

Le FNRS octroie chaque année des subsides pour des publications scientifiques périodiques et des ouvrages de haut niveau scientifique. Par ailleurs, les 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.

P. VAN PARIJS  
Y. VANDERBORGH



### UNE PROPOSITION RADICALE

Considéré comme une utopie par les uns, une proposition radicale par les autres, le revenu de base inconditionnel revient régulièrement dans les débats de société. Rédigé par deux spécialistes, Philippe Van Parijs, professeur à l'UCLouvain et à la KULeuven et Yannick Vanderborght, Chargé de recherches FNRS à l'UCLouvain, cet ouvrage propose la première synthèse sur le sujet. Écartant d'autres propositions telles qu'une dotation de base, un impôt négatif sur le revenu ou une réduction obligatoire du temps de travail, les auteurs plaident ici en faveur de ce qu'ils considèrent

comme le pilier central d'une société libre, équitable et soutenable. Et appellent de leurs vœux une réforme profonde de notre modèle de protection sociale. Faut-il y croire ? Reconnaisant les nombreuses barrières à franchir, les auteurs de ce plaidoyer engagé ne perdent pas espoir : « *Un jour, nous nous demanderons pourquoi il nous a fallu tant de temps pour glisser sous nos pieds un socle solide sur lequel nous puissions toutes et tous tenir debout.* »

**VAN PARIJS Philippe, VANDERBORGH Yannick, *Le revenu de base inconditionnel*, La Découverte, Paris, 2019 (L'horizon des possibles).**

D. MISONNE



### LA NATURE ET SON DROIT

« *À quoi sert le droit de l'environnement* » s'il ne provoque pas les réformes nécessaires et attendues de ce qui n'est autre qu'un problème de civilisation ? Telle est la question que se posent Delphine Misonne, Chercheuse qualifiée FNRS à l'USaint-Louis, et la vingtaine de spécialistes (belges et français) qui l'ont accompagnée dans cette réflexion. Face au manque d'innovation dans le droit belge de l'environnement, c'est vers des juristes français que la coordinatrice de cet ouvrage s'est particulièrement tournée. La situation est paradoxale :

les textes de protection de l'environnement et ceux nous mettant face à nos responsabilités ont été renforcés, mais nous faisons pourtant actuellement face à une urgence écologique sans précédent. Chacun des experts, à l'aune de son savoir et de ses compétences, s'interroge sur les origines du droit de l'environnement, sa raison d'être, son importance, sa légitimité, ses objectifs et ses perspectives d'avenir.

**MISONNE Delphine (éd.), *À quoi sert le droit de l'environnement ?*, Bruylant, Bruxelles, 2019 (Droit(s) et développement durable).**

L. BRUYÈRE, A-S. CROSETTI,  
J. FANIEL, C. SÂGESSER



### UNE SOCIÉTÉ DÉPILARISÉE

La « pilarisation », concept venant des Pays-Bas, constitue l'une des caractéristiques fondamentales de la société belge. Ce système d'organisation sociale et politique, fondé sur les clivages philosophique et socio-économique entre le monde catholique et le monde laïque, a mené à la construction de milieux sociaux séparés. Ces « piliers » encadrent les individus tout au long de leur existence au travers d'organisations qui leur sont propres, telles que les écoles, les hôpitaux, les mutualités, et parfois un parti. Depuis plusieurs décennies, un processus de dépillarisation semble

avoir été entamé, engendrant une restructuration de la société. À travers de nombreuses études de cas, cet ouvrage examine la Belgique sous l'angle de la pilarisation, en ciblant plus spécifiquement le déclin supposé du clivage philosophique. Anne-Sophie Crosetti, l'une des quatre responsables de la publication, est Aspirante FNRS à l'ULB.

**BRUYÈRE Lynn, CROSETTI Anne-Sophie, FANIEL Jean, SÂGESSER Caroline (dir.), *Piliers, dépillarisation et clivage philosophique en Belgique*, CRISP, Bruxelles, 2019.**

D. MARTENS  
A. REVERSEAU



### IVRE DE VOYAGES

Il y a 40, 50 ou 60 ans, ils permettaient de voyager sans quitter sa maison. Eux, ce sont les livres de voyage illustrés, un genre éditorial au croisement de la littérature et de la photographie. « *Un zeste de Champs-Élysées, des chaises sous la palmeraie, une robe flottant auprès du Colisée, (...) les livres et les pays prenaient la pose, bras et pages grand ouverts pour ceux qui les venaient conter* ». Ainsi Xavier Canonne, directeur du Musée de la Photographie de Charleroi, préface-t-il le catalogue de l'exposition « Pays de papier » qui a posé ses valises dans son Musée. Si c'est aujourd'hui un genre littéraire qui semble banal, voire inintéressant, il est

pourtant souvent l'œuvre de photographes de renom et d'auteurs majeurs. C'est ici le pari des auteurs de ce beau livre : faire redécouvrir la manière de voyager d'antan, celle qui précède le tourisme de masse, à une époque où l'on sait déjà tout de l'endroit où l'on va en une pression du doigt, sans surprise. Anne Reverseau, co-commissaire de l'exposition, est Chercheuse qualifiée FNRS à l'UCLouvain.

**MARTENS David, REVERSEAU Anne, *Pays de papier*, Musée de la Photographie, Mont-sur-Marchienne, 2019.**



J-P DEVROEY



### ENVIRONNEMENT, POUVOIR ET SOCIÉTÉ

Le règne de Charlemagne est un moment politique fondateur qui évoque la construction des institutions légales de l'Europe chrétienne. Revenant sur cet épisode clé de l'histoire européenne, Jean-Pierre Devroey, Professeur à l'ULB et membre de l'Académie royale de Belgique, en tire des réflexions très actuelles : et si la réinvention carolingienne trouvait son origine dans la croissance démographique et la menace de la faim ? En se basant sur les textes anciens et la bibliographie récente en matière de climatologie, de

biologie ou de paléocologie, il parvient à faire revivre la peur de l'effondrement qui hanta les sociétés européennes du haut Moyen Âge. Au terme d'une analyse historique poussée, l'auteur invite à la prudence et à l'optimisme : « *L'ampleur des dégâts sociétaux dans le passé doit convaincre les acteurs politiques - à travers une "leçon d'histoire" - d'agir immédiatement contre le changement climatique* ». Ce livre a reçu le soutien du FNRS.

**DEVROEY Jean-Pierre, *La Nature et le roi*, Albin Michel, Paris, 2019 (L'Évolution de l'humanité).**

J-N. MISSA



### DU NATUREL OU DE L'ARTIFICE

« *Le dopage est-il éthique* » ? La question peut sembler idiote, tant la réponse paraît couler de source. Si l'on répond par la négative, l'antidopage serait, a contrario, lui, éthique. Mais Jean-Noël Missa, Directeur de recherches FNRS à l'ULB et membre de l'Académie royale de Belgique, accompagne le lecteur dans un univers, celui du sport, où la réponse à la question dépend de la philosophie que l'on adopte. D'un côté, les philosophes naturalistes estiment que la médecine doit se limiter à un rôle thérapeutique et qu'il faut respecter le « donné naturel ». De l'autre, les penseurs plaident pour l'« augmentation de l'être humain » en le

transformant et en améliorant ses performances par la technologie. Deux positions qui s'appliquent, par ailleurs, à de nombreuses autres questions sociétales. L'ambition de ce livre est de participer à la réflexion sur l'avenir d'un sport confronté au dopage, de façon pragmatique en se basant sur une éthique des conséquences.

[+ Article de Jean-Noël Missa en pp. 14-15.](#)

**MISSA Jean-Noël, *Le dopage est-il éthique ?*, Académie royale de Belgique, Bruxelles, 2019 (L'Académie en poche).**

V. POUILLARD



### IMPÉRIALISME, CONTRÔLE, CONSERVATION

Ce livre est une histoire des zoos à travers celles de la ménagerie du Jardin des Plantes de Paris et des jardins zoologiques de Londres et d'Anvers, de leur fondation au début du XIX<sup>e</sup> siècle jusqu'à nos jours. Violette Pouillard, Chargée de recherches FNRS à l'ULB, écrit du point de vue des animaux, mais sans perdre des yeux les humains qui font et défont l'institution. L'ouvrage dévoile le poids de l'emprise des cages, qui modèlent les corps et les comportements. Au-delà d'elles, le zoo dessine des réseaux tentaculaires de capture adossés

à l'ascendant impérial, et, à partir du XX<sup>e</sup> siècle, une mainmise conservacionniste, enfermant les animaux de partout au motif de leur protection. Le zoo-microcosme ne parle donc pas seulement du zoo, il éclaire l'histoire d'institutions puissantes, comme les associations de protection des animaux et les organisations de conservation de la faune, dont les politiques, désormais globalisées, contraignent ceux qu'elles veulent protéger.

**POUILLARD Violette, *Histoire des zoos par les animaux*, Champ Vallon, Ceyzérieu, 2019.**

K. LADD  
D. BERNARD



### CE QUE FAIRE SENS VEUT DIRE

Marquant un décalage à l'égard d'une littérature massivement consacrée à la définition et à la justification critique de la peine, ce volume vise à interroger la pluralité de(s) sens de la peine, à partir d'une réflexion sur la double polysémie des « sens » de la « peine ». Sont ainsi élucidés les sens social, politique ou civique de la peine imposée, la dimension sensible de la peine vécue et l'orientation donnée au phénomène pénal. Le pari est ici que la distinction entre ces trois acceptions permet de dépasser la dénonciation de nos pratiques pénales contemporaines

« insensées » : c'est en une pluralité de sens que doit se dresser ce constat et se dire ce déficit de sens - tant scientifiquement, par une dialectique entre disciplines et points de vue, que politiquement, au nom de la démocratie. Diane Bernard et Kevin Ladd, les directeurs de ce volume, ont rassemblé ici praticiens du droit et académiques, avec le souci de viser cohérence et rigueur dans la diversité de leurs approches. Ce livre a reçu le soutien du FNRS.

**LADD, Kevin, BERNARD Diane, *Les sens de la peine*, Presses de l'Université Saint-Louis, Bruxelles, 2019.**



J. HUART

**LE MIRACLE DE GUERRE**

ans un monde bouleversé où il a perdu tous ses repères traditionnels, un individu peut se sentir « dans la main de Dieu », comme l'affirmeront, parmi d'autres, bien des protagonistes de la guerre de Trente ans. Mais le miracle peut aussi être collectif lorsqu'une statue « sauve » une cité de l'invasion, que le Ciel épargne une localité face à la cruauté d'un envahisseur. Mais pourquoi le miracle a-t-il lieu ? Qu'en reste-t-il dans la longue durée ? Comment la perception de ces miracles évolue-t-elle face à la montée de l'esprit philosophique et de la rationalité ?

Voilà quelques-unes des nombreuses questions auxquelles cet ouvrage répond. Les auteurs y

examinent les interventions du surnaturel dans le cadre de guerres, c'est-à-dire l'opposition entre la réalité à laquelle sont confrontés les hommes et des forces qui les dépassent. L'inscription de ce type de phénomènes dans la mémoire collective et son évolution face à la montée du rationalisme sont également examinées. Des forces susceptibles d'influencer, de modifier le cours des choses en faveur d'une des parties. Cet ouvrage a été financé par le FNRS.

**DESMETTE Philippe, MARTIN Philippe (éd.), *Le miracle de guerre dans la chrétienté occidentale*, Hémisphères éditions, Paris, 2018.**



F. BARNABÉ, J. BAZILE, R. CAYATTE

**MÉDIATION LUDIQUE**

Les jeux vidéo interrogent autant qu'ils mettent en lumière notre rapport au réel et aux enjeux sociétaux contemporains. Ce « nouveau média », déjà vieux de plusieurs décennies, permet d'aborder et de représenter des phénomènes de société et des questions d'actualité au moyen de mécanismes spécifiques (ludiques, interactifs, immersifs, etc.) dont beaucoup restent encore à explorer et à formaliser. Prolongeant ces questions, le présent numéro de la revue *Émulations* propose d'explorer le vaste champ des relations entre jeux vidéo et société à travers six

articles inscrits dans différentes traditions disciplinaires (sociologie, sciences du jeu, esthétique, etc.), conclus par une synthèse de Dominic Arsenault (Université de Montréal) et par un entretien avec Sébastien Genvo (Université de Lorraine), tous deux professeurs en sciences du jeu. Fanny Barnabé, l'une des trois coordinateurs de l'ouvrage est Chargée de recherches FNRS à l'ULiège.

**BARNABÉ Fanny, BAZILE Julie, CAYATTE Rémi (éd.), *Émulation n° 30 : Comment les jeux font-ils société ?*, Presses universitaires de Louvain, Louvain-la-Neuve, 2019.**



B. DECHARNEUX

**LE CULTE DES LOGES**

La franc-maçonnerie ne cesse de questionner. Fille émancipée des Lumières vouant à la raison un véritable culte, pour les uns ; société secrète nimbée d'une aura obscure, pour les autres. Cet ouvrage ne fait l'économie d'aucune perception et, au gré d'un parcours informé, il pose la question essentielle de savoir si la franc-maçonnerie ne serait pas finalement, elle aussi, une religion. Elle en partage en tout cas de nombreux codes, et même si le cheminement, les rites, les mythes, et les temples sacrés divergent, elle n'en garde pas moins de

nombreuses similarités. Voici une enquête utile pour prendre la mesure des convergences et divergences qui, à la fois, unissent et divisent les hommes et les femmes de religion avec les « soeurs » et les « frères » qui fréquentent les Loges. Baudouin Decharneux est Maître de recherches FNRS à l'ULB.

**DECHARNEUX Baudouin, *La Franc-maçonnerie, une religion parmi d'autres ?*, Presses universitaires de Louvain, Louvain-la-Neuve, 2019 (Petites empreintes).**



C. DREZE, F. GUILLOUX

**PEINDRE LES SONS**

Quelle était la culture musicale de Pierre Paul Rubens (1577-1640) ? Les archives et les témoignages directs restent évasifs et laconiques sur la question. Son œuvre picturale comporte en revanche de nombreux éléments qui permettent non seulement de restituer l'univers sonore du peintre mais également d'apprécier sa haute maîtrise des codes iconographiques contemporains. Comment représentait-on la musique à l'époque de Rubens ? Quel fut son apport dans la représentation des instruments de musique ? Quelle était sa relation

avec les milieux musicaux anversois ? Pour la première fois, cet ouvrage collectif et interdisciplinaire jette un regard neuf sur la production du *doctus pictor*, ses sources d'inspiration, ses influences et ses dispositifs iconographiques en matière de musique et, plus largement, contribue à une meilleure connaissance de l'iconographie musicale des XVI<sup>e</sup> et XVII<sup>e</sup> siècles. Ce livre a reçu le soutien du FNRS.

**DREZE Céline, GUILLOUX Fabien, *Rubens et la musique*, Brepols, Turnhout, 2019 (Épitome musical).**



M. VANDERSMISSEN

**FÉMINITÉ THÉÂTRALE**

Dans les tragédies de Sénèque, la femme est depuis longtemps un objet d'étude. Plusieurs aspects de son rôle ou de son traitement ont été abordés, mais, jusqu'à aujourd'hui, une étude des discours féminins de ce corpus théâtral faisait défaut. Est-il possible de dégager une façon féminine ou masculine de s'exprimer sur scène ? Si oui, quelles seraient les raisons d'une telle différenciation discursive et quelles en seraient les conséquences sur l'action dramatique ? Quelle est l'influence de l'interlocuteur sur lesdits discours ? Des héroïnes prennent-elles la parole comme des hommes, ou inversement ? Voici autant de pistes explorées dans

le présent ouvrage. Pour traiter ce sujet à la croisée des études du discours et des études sur la femme, l'auteur a eu recours à la logométrie, une méthode d'analyse et d'interprétation basée sur les lectures qualitative et quantitative des corpus numériques. Cette recherche s'inscrit donc aussi dans une profonde réflexion méthodologique, puisque de nouveaux outils sont utilisés pour traiter ces questions inédites. Ce livre a reçu le soutien du FNRS.

**VANDERSMISSEN Marc, *Discours des personnages féminins chez Sénèque*, Société d'études latines, Bruxelles, 2019 (Latomus).**



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 :

## Collection l'Académie en Poche



M. HINSENKAMP

### LA RECHERCHE MÉDICALE SOUS PRESSION

Protégée par les sources de financement publiques, la recherche scientifique dans le domaine de la santé voit son indépendance menacée par le recours, devenu de plus en plus indispensable, aux investissements privés. Souvent minimisée, la mise sous influence et sous pression financière de la recherche médicale, peut avoir des conséquences dramatiques tant au niveau individuel que socio-économique. Au travers d'observations vécues dans le domaine de la chirurgie orthopédique, ce témoignage se veut une mise en garde soulignant l'importance du financement public de la recherche médicale ou, à défaut, la nécessité de mettre en place des structures neutralisant l'emprise du financement privé.

*Maurice Hinsenkamp est chirurgien orthopédiste, professeur honoraire de l'Université libre de Bruxelles. Spécialisé dans la chirurgie de la hanche, ses thèmes de recherches se caractérisent par leur approche pluridisciplinaire. Il a fondé la Banque de Tissus de l'hôpital Erasme. Membre de la Classe Technologie et Société de l'Académie royale de Belgique, il est également membre des Académies nationales de Médecine et de Chirurgie de France et ancien président de la Société Internationale de Chirurgie Orthopédique et de Traumatologie.*

**HINSENKAMP Maurice, *Notre santé : entre science, éthique et finance*, Bruxelles, 2019 (L'Académie en poche, n°124).**



R. DELCORDE

### LA DIPLOMATIE DU XXI<sup>e</sup> SIÈCLE

La mondialisation se traduit par une extraordinaire contraction du temps et de l'espace. Cela ne signifie pas pour autant la disparition des États. Mais il est vrai que l'arène internationale est maintenant envahie par une multitude d'acteurs non étatiques qui profitent de la mondialisation. Cela renforce la nécessité d'une concertation multilatérale en éloignant les prises de décision unilatérales. La gouvernance désigne ce mode de régulation qui associe acteurs privés et acteurs publics. Dans un monde globalisé, l'interdépendance devrait l'emporter sur la souveraineté. La sécurité nationale s'efface devant la sécurité globale. Le multilatéralisme devient la forme contemporaine de la gouvernance

mondiale. Aujourd'hui la conduite des affaires étrangères est marquée par le jeu des interdépendances propres à la mondialisation. Ce livre analyse les grands enjeux internationaux (migrations, climat, échanges commerciaux) à la lumière de l'émergence de nouvelles pratiques diplomatiques qui rompent avec le cadre géographique et conceptuel classique pour déboucher sur une « diplomatie-monde ». Il nous fait découvrir la diplomatie du XXI<sup>e</sup> siècle.

*Raoul Delcorde est ambassadeur de Belgique et membre de l'Académie royale de Belgique. Il est également professeur invité à l'UCLouvain, où il donne un cours sur la politique européenne.*

**DELCORDE Raoul, *Diplomatie et politique étrangère à l'heure de la mondialisation*, Bruxelles, 2019 (L'Académie en poche, n°125).**



F. SAENEN

### LE ZOLA BELGE

Toute lecture de Camille Lemonnier est d'emblée biaisée par l'identification systématique, établie de son vivant même, à un « Zola belge ». La présente étude se propose de réévaluer la pertinence de ce poncif, en établissant sa généalogie et son impact sur la postérité du mythe Lemonnier, en déterminant aussi ce qui rapproche ces deux géants et ce qui les distingue strictement, en tentant enfin de réaffirmer, par-delà la ténacité du stéréotype, l'originalité foncière du « Maréchal des Lettres ».

*Frédéric Saenen enseigne le français langue étrangère à l'ULiège. Son roman « L'Enfance unique » a reçu le Prix George-Garnir de l'ARLLFB. Essayiste amateur de cas épineux (Drieu la Rochelle, Albert Caraco) et critique littéraire (Le Carnet et les instants, Parutions.com), il est rédacteur en chef de la Revue générale depuis 2018.*

**SAENEN Frédéric, *Camille Lemonnier, le « Zola belge »*, Bruxelles, 2019 (L'Académie en poche, n°126).**

## Collection Nouvelle Biographie Nationale - Supplément



L. DEJONGHE

### PRÉCURSEURS

La géologie de Belgique a bénéficié de contributions substantielles dès le XVIII<sup>e</sup> siècle. L'ouvrage a pour but d'éclairer le lecteur sur les apports des personnes, précurseurs et géologues renommés, nées avant 1900, qui ont œuvré pour affiner les connaissances relatives aux sciences de la Terre du pays. Autant que possible, chaque géologue a été illustré par un ou plusieurs portraits. Les références aux auteurs qui leur ont consacré une biographie détaillée permettent d'en savoir plus sur chacun des personnages évoqués.

*Léon Dejonghe est ingénieur des mines (Faculté polytechnique de Mons, 1969), ingénieur géologue (Université*

*libre de Bruxelles, 1971) et docteur ès sciences (Université Pierre et Marie Curie de Paris, 1985). L'essentiel de sa carrière s'est déroulée au Service géologique de Belgique dont il fut un artisan pour le rattachement en 2002 à l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique. Il a enseigné le cours de métallogénie à l'Université libre de Bruxelles. Il est membre de l'Académie royale de Belgique et de l'Académie des Sciences d'Outre-Mer.*

**DEJONGHE Léon, *Les précurseurs et les grands noms de la géologie belge, nés entre 1719 et 1900, tome 1*, Bruxelles, 2019 (Nouvelle Biographie Nationale. Supplément).**

# Le plus petit personnage 3D au monde

*Stardust Odyssey*, c'est une plongée dans l'infiniment petit avec comme guide David Bowie. Le personnage de ce court-métrage d'animation, haut de 300 microns, est en effet le plus petit personnage en volume jamais animé en stop-motion (record homologué par le *Guinness World Records*). Le film a été réalisé à l'échelle microscopique grâce à la collaboration de la société de production Darrowan Prod, de l'institut FEMTO-ST et de l'ULB.

Ne pouvant articuler une marionnette à cette échelle, 250 figurines ont été imprimées sur une imprimante 3D du service TIPS de l'Ecole polytechnique de Bruxelles. Cet équipement, financé par le FNRS, a une résolution d'écriture de 300nm et construit des formes tridimensionnelles par polymérisation d'une résine depuis un substrat en verre. Les figurines microscopiques ont ensuite été filmées dans un microscope électronique à balayage de l'Institut FEMTO-ST à Besançon, microscope équipé d'une plate-forme de manipulation de haute précision permettant le déplacement des figurines. La caméra particulière qu'est le MEB confère ainsi à *Stardust Odyssey* son esthétique unique, toute en niveaux de gris, où la moindre poussière devient un rocher, où des problèmes de charge électrique deviennent un halo mystérieux... Cela offre ainsi aux spectateurs un environnement visuel inédit, pour un film très dépaysant.



**Pierre Lambert**, Professeur, ULB

**Benoît Scheid**, Maître de recherches FNRS,  
TIPs lab, ULB

