

Trimestriel n° 307
MARS 2022

CNRS

LE JOURNAL



**Littérature,
enquête sur un
art indémodable**

**Antoine Petit : « La recherche
fondamentale
au service de la société »**

**La mécanique
comme vous ne l'avez
jamais vue**

**Comment le CNRS
tisse ses liens
avec l'Afrique**

SOUTENEZ LA RECHERCHE

FAITES UN DON À LA FONDATION CNRS



© Frédérique Plas/CNRS Photothèque

Le CNRS développe une recherche libre, dans tous les domaines, au meilleur niveau international et sur le long terme. Pour contribuer à faire avancer les connaissances, répondre aux grands défis de notre société et innover : soutenez la recherche, faites un don à la fondation CNRS.

fondation-cnrs.org 

Rédaction :

3, rue Michel-Ange – 75794 Paris Cedex 16

Téléphone : 01 44 96 40 00**E-mail :** lejourn@cnrs.fr**Le site Internet :** <https://lejourn.cnr.fr>**Anciens numéros :**<https://lejourn.cnr.fr/numeros-papiers>**Directeur de la publication :**

Antoine Petit

Directrice de la rédaction :

Sophie Chevallon

Directeur adjoint de la rédaction :

Fabrice Impériali

Rédacteur en chef :

Matthieu Ravaut

Rédactrice en chef adjointe :

Charline Zeitoun

Chefs de rubrique :

Laure Cailloce, Saman Musacchio, Yaroslav Pigenet

Rédactrices :

Sophie Félix, Laurence Stenvot

Ont participé à ce numéro :

Anne-Sophie Boutaud, Anaïs Culot,

Denis Guthleben, Gaël Hautemulle, Martin Koppe,

Emmanuelle Picaud, Matthieu Stricot,

Philippe Testard-Vaillant

Secrétaires de rédaction :

Catherine Caltaux, Émilie Vilvoz

Direction artistique :

David Faure

Iconographes :

Anne-Emmanuelle Héry, Katherine Kay-Mouat,

Sophie Léonard

Gestionnaire :

Mathieu Chatellier

Assistant de direction :

Frédéric Roman

Illustrations :

ANTONIO UVE/COLAGENE

Impression :

Groupe Morault, Imprimerie de Compiègne

2, avenue Berthelot – Zac de Mercières

BP 60524 – 60205 Compiègne Cedex

ISSN 2261-6446

Dépôt légal : à parution

Photos CNRS disponibles à : phototheque@cnrs.fr ;<http://phototheque.cnr.fr>

La reproduction intégrale ou partielle des textes et des illustrations doit faire obligatoirement l'objet d'une demande auprès de la rédaction.

En couverture :

© Richard Pak/CNRS Photothèque

**Vous travaillez au CNRS
et souhaitez recevoir
CNRS LE JOURNAL
à votre domicile**

Abonnez-vous gratuitement sur :

» lejourn.cnr.fr/abojournal

Suivez l'actualité de la recherche avec le CNRS



“La littérature apparaît comme un objet mystérieux, une entité qui nous glisse entre les doigts dès que l'on s'efforce de la catégoriser.”

La ou les littérature(s) comme objet de la recherche scientifique, au même titre que les trous noirs de la physique, le cosmos, l'histoire des mathématiques en Chine : voici ce que propose, de façon peu banale, le CNRS. La recherche se déploie en une histoire du livre, du papier aux éditeurs, des ouvrages littéraires, de leurs traductions et circulations, dans une analyse des formes d'écriture, de ses proximités et différences avec d'autres formes d'expressions artistiques et des processus créatifs, des sentiments et émotions suscitées par la lecture. Comme ce numéro en donne un aperçu, elle se consacre également à l'analyse des relations très diverses que les sociétés entretiennent avec la littérature. De la censure aux autodafés, sans parler du lien qui fut établi entre vertu morale des femmes et absence de lecture, mille et une pratiques sociales montrent que les œuvres littéraires ne laissent pas indifférent. Si les nations se construisent souvent à travers l'épée, elles ont aussi leur verbe, leur langue, leur œuvre majeure – pensons à la *Divine Comédie* de Dante. L'émergence de littératures nationales accompagne l'histoire des nations, et celle-ci est aussi jalonnée de textes, rejetés ou encensés, qui cristallisent leurs tensions politiques.

La recherche sur les littératures prend ses distances avec cette histoire des nations par leur littérature quand elle s'inscrit dans une démarche comparatiste ou considère son objet avec un regard critique : qu'est-ce qui est littérature, qu'est-ce qui ne l'est pas ? Qu'est-ce qu'une œuvre majeure, un texte mineur, un canon littéraire ? Y a-t-il une littérature « mondiale » ? Une exploration des librairies de différents pays, attentive à l'organisation des rayonnages, révèle des (ar-)rangements variés : la littérature apparaît comme un objet mystérieux, une entité qui nous glisse entre les doigts dès que l'on s'efforce de la catégoriser de façon ferme et définitive.

Et si la littérature était encore autre chose ? La recherche sur la ou les littérature(s) constitue un espace majeur d'interrogations et de théorisations sur l'accès au réel et son imitation, sur la vraisemblance, sur le faux et le vrai, sur le mensonge, sur l'apport cognitif de la fiction. La littérature comme forme de connaissance ? En effet, la recherche donne à voir une activité humaine qui ne construit pas seulement d'autres mondes de papier dans lesquels on s'échappe pour rêver, mais aussi un travail d'écriture et de création qui révèle – au sens photographique – certains aspects de l'existence humaine, du for intime aux relations sociales.

Déjouer les pièges des *story-telling* séduisants mais trompeurs – le b.a.-ba d'une démarche de connaissance étayée par la maîtrise de la rhétorique. Constituer un lieu de réflexion critique sur ce qu'« accéder au réel » et « rechercher la vérité » veulent dire. Éclairer en quoi certains textes constituent de précieux – et uniques – outils de compréhension des êtres humains : c'est tout cela qu'offre la recherche sur la ou les littérature(s), et qui la relie aux démarches cultivées par les autres sciences au CNRS.

Marie Gaille,
directrice de l'Institut des sciences humaines et sociales
du CNRS



© FRÉDÉRIQUE PLUS/CNRS PHOTOTHÈQUE



© SANDRINE MARTYRHANS LUCAS/HANS LUCAS VIA AFP

GRAND FORMAT 19

La littérature, laboratoire du monde	20
La mécanique comme vous ne l'avez jamais vue	30
L'Afrique, un continent pour la recherche	36



© BEVOIT RAJAUCIN/PHOTO THÈQUE

14

Cécile Charrier,
des synapses
plein la tête

EN PERSONNE 5

Entretien avec Antoine Petit	
« La recherche fondamentale au service de la société »	6
Cécile Charrier, des synapses plein la tête	14
Guillaume Cabanac, traqueur de fake science	16
Prix et nominations	18



© ANGÉLIQUE LE TOUZE

53

Les joyaux
du gouffre
d'Esparros

EN ACTION 43

Bricoler pour mieux parler !	44
L'art et l'archéologie, nouveaux horizons de l'IA	46
Le CNRS, ambassadeur de l'écologie	48
45 ans de recherche avec Solvay	50
Les algorithmes nous poussent-ils à écouter toujours le même style de musique ?	52
Les joyaux du gouffre d'Esparros	53
« Le CNRS est un moteur de la recherche et de l'innovation en Europe »	54
Spiral 2, la fabrique des atomes	56



© IMAGE SOURCE/ESP

60

Ocytocine:
du philtre d'amour
au médicament

LES IDÉES 59

Ocytocine : du philtre d'amour au médicament	60
Déconstruire le racisme des images	62
L'étonnante acceptabilité des deep-fake	64

LA CHRONIQUE

La force tranquille d'une loi	66
-------------------------------------	----

EN PERSONNE



*Antoine Petit dévoile son projet
pour le CNRS, une biologiste
explore les synapses et un chercheur
traque les articles frauduleux.*

ILLUSTRATION : ANTONIO UVE / COLAGENE

Antoine Petit: « La recherche fondamentale au service de la société »

ENTRETIEN Reconduit à la tête du CNRS, Antoine Petit nous expose son nouveau projet et ses ambitions pour l'organisme pour les quatre années à venir.

PROPOS RECUEILLIS PAR SOPHIE FÉLIX ET FABRICE IMPÉRIALI

Vous venez d'être reconduit à la présidence du CNRS pour un nouveau mandat de quatre ans. Quelle est votre première réaction ?

Antoine Petit. Diriger le CNRS pendant quatre ans a été un honneur et un plaisir de tous les instants même si les contextes ont varié du tout au tout. Ainsi, à une année 2019 exceptionnelle, rythmée par de nombreuses célébrations des 80 ans de l'institution, a succédé une année 2020 marquée par une crise sanitaire mondiale sans précédent. Ces différentes périodes, parfois euphorisantes, parfois plus délicates, ont conforté ma conviction que le CNRS est une institution unique, une chance pour notre pays. Bénéficiant d'une reconnaissance internationale exceptionnelle, je suis intimement convaincu que le CNRS doit jouer un rôle encore plus important à une période où plus que jamais, la société, dans toutes ses dimensions, a besoin de davantage de science.

Je suis ainsi fier et heureux de pouvoir continuer à apporter ma contribution au fonctionnement et aux évolutions de cet extraordinaire établissement qui a tant fait, et fait tant, pour la recherche française et son rayonnement à travers le monde.

Je crois profondément que diriger le CNRS est avant tout un travail d'équipes. Aux niveaux de la direction générale, du comité de direction, des directions d'instituts, des directions fonctionnelles, des délégations régionales, des unités, etc., ce sont ces collectifs qui font la force du CNRS. Le rôle du PDG est de définir les grandes orientations et de faire en sorte qu'elles guident les actions de l'institution. Il doit animer les collectifs et inviter à leur animation. C'est un point essentiel, je crois que le management d'un

organisme de recherche ne peut être basé que sur le dialogue et les échanges. Il ne s'agit nullement de contraindre mais de convaincre et d'inciter. Il est en effet essentiel que la liberté de la recherche soit respectée, elle est la garante de l'avancée des connaissances.

Dans le message que vous avez envoyé en septembre au personnel du CNRS pour annoncer votre candidature, vous avez présenté votre projet dont la devise serait : « La recherche fondamentale au service de la société ». Qu'entendez-vous par là ?

A.P. Conduire des recherches fondamentales, faire avancer les connaissances, est la mission première du CNRS, celle qui justifie son existence, celle qui est la base de ses activités, de son impact. Depuis plus de 80 ans, le CNRS mène des recherches fondamentales qui se placent au meilleur niveau international. Cette appréciation ne se décrète pas, elle se constate. Et le constat est sans appel : attractivité, rayonnement international, prix internationaux, invitations dans les grandes conférences, succès à l'European Research Council (ERC) et dans les programmes européens... sont autant d'illustrations qui démontrent que le CNRS est une des meilleures institutions de recherche fondamentale à travers le monde. La France peut légitimement en être fière.

Il faut continuer à recruter des scientifiques du meilleur niveau mondial ou les plus prometteurs, de toutes nationalités, sur la base essentielle de leurs réalisations et de leurs projets scientifiques, et aussi leur donner les moyens de développer leurs projets.

Le fait que ces recherches se situent au meilleur niveau international est une condition nécessaire, mais pas toujours suffisante, pour avoir un réel impact. Cette appréciation ne peut résulter que d'un seul critère : l'évaluation par les pairs, seuls à même de reconnaître l'originalité et la profondeur d'un résultat ou d'une avancée



© RICHARD PAVCHES PHOTO THÈQUE

“Le CNRS est une des meilleures institutions de recherche fondamentale à travers le monde. La France peut légitimement en être fière.”

scientifique. Et malgré cela, le plus souvent, l'impact ne peut être anticipé, et sa temporalité reste inconnue. Pour ne prendre qu'un seul exemple, le concept d'ARN messager a été émis puis démontré par François Jacob et Jacques Monod qui ont reçu le prix Nobel en 1965, sans imaginer pour autant qu'il serait, près de soixante ans plus tard, à la base de plusieurs vaccins contre le Covid.

Je crois aussi qu'il est noble, et valorisant, d'avoir l'ambition de mettre cette recherche fondamentale au service de la société, société qui bénéficie tous les jours de l'avancée des connaissances et du progrès. Le CNRS se doit

d'avoir à cœur d'appliquer ses résultats de recherche fondamentale. Je souhaite mettre en avant trois de ces composantes de la société qui méritent, de mon point de vue, une attention particulière : les grands défis sociaux, le monde économique et l'aide à la compréhension et à la décision.

Comment la recherche peut-elle contribuer aux grands défis sociaux, qui constituent donc une des grandes priorités de votre projet ?

A.P. Les défis sociaux sont l'objet de beaucoup d'attentions et de préoccupations. L'importance de la science pour les aborder n'est cependant pas toujours reconnue à sa juste valeur. C'est pourquoi nous avons voulu inscrire six d'entre eux dans notre Contrat d'objectifs et de performance (COP). Nous avons aussi l'ambition de contribuer à la mise en œuvre des objectifs de développement durable (ODD) définis dans l'agenda 2030 des Nations unies.

Je souhaite poursuivre cette orientation essentielle. Avant tout, ces grands défis sociaux sont vitaux pour notre planète et la science est indispensable pour mieux les aborder, les comprendre et les instruire. La science est également là pour aider à identifier les pistes les plus prometteuses et contribuer à des solutions pertinentes.

Ces défis sociaux sont aussi une formidable source de motivations pour les scientifiques et leurs équipes, en permettant de dépasser les frontières disciplinaires et de favoriser ainsi de nouveaux échanges, de nouvelles collaborations. Enfin, ils permettent aussi de mieux faire comprendre l'action du CNRS, l'importance de la science. Mettre en avant des défis sociaux auxquels nous contribuons est aussi une manière de présenter la diversité de l'institution et son ancrage dans notre quotidien.

Deuxième priorité affichée : le monde économique. Pourquoi ?

A.P. Je suis convaincu que notre pays peut faire encore beaucoup mieux dans les relations entre le monde académique et le monde économique. Ce que le CNRS apporte est la conséquence des recherches fondamentales conduites au meilleur niveau international et qui peuvent déboucher sur des innovations de rupture.

Nous avons considérablement développé notre programme de prématuration. L'expérience a montré qu'il y avait un effet « boule de neige », au sens où le nombre de candidatures augmente avec le nombre de financements proposés. Je considère que nous devons viser un objectif de 150 opérations de prématuration par an.

Une centaine de start-up, issues des UMR¹ ou UPR², sont créées chaque année. Importantes d'un point de vue économique, elles constituent une excellente vitrine de nos capacités de transfert. La prochaine étape sera la création d'un « Start-up Studio » adapté à la diversité des start-up issues de nos unités, avec notamment l'objectif de mieux identifier et accompagner celles à fort potentiel.

Nous privilégions le dialogue avec les acteurs industriels, en ne transigeant jamais sur notre métier de base : faire de la recherche fondamentale. Cette dernière peut porter sur des sujets codéfinis avec nos partenaires industriels, et être faite en interactions avec eux. Et il est intéressant de constater que les applications challengent la recherche fondamentale.

Le mode de collaboration que je souhaite privilégier repose sur la notion de laboratoire commun avec un partenaire industriel. C'est l'outil qui garantit le mieux l'implication des différents partenaires et qui permet de s'inscrire dans la durée, un facteur clé pour la réussite des coopérations.

Je considère par ailleurs que les mobilités entre le milieu académique et le milieu économique sont de manière incontestable un facteur de leur développement.



Votre nouveau projet met aussi l'accent sur l'aide à la compréhension et à la décision, une dimension de la recherche que l'épidémie de Covid-19 a particulièrement mise en exergue. Quel doit être le rôle du CNRS en la matière ?

A.P. La crise sanitaire aura rappelé à quel point les citoyennes et citoyens ont besoin de science. C'est vrai bien entendu pour les décideurs et décideuses qui doivent pouvoir s'appuyer sur la science pour décider. C'est tout aussi vrai pour le citoyen ou la citoyenne qui doit pouvoir se forger une conviction et mieux comprendre, en ayant à sa disposition ce que la science sait, mais aussi tout ce qu'elle ne sait pas.

La question du transfert des connaissances vers la société passe aussi par des actions de médiation

“La science est indispensable pour mieux aborder, comprendre et instruire les grands défis sociaux.”

1. Unités mixtes de recherche 2. Unités propres de recherche.



©CNRS/XAVIER PIERRE

▼ La première cérémonie de remise de la médaille de la médiation a eu lieu le 29 septembre dernier. Ici, la ministre Frédérique Vidal, Antoine Petit et Virginie Dupont, vice-présidente de France Universités (ex-CPU), entourent la biologiste Audrey Dussutour, l'une des lauréates.

scientifique et de nouveaux vecteurs de diffusion. Dans le cadre de la loi de programmation de la recherche, nous avons créé en 2021 les médailles de la médiation. Je souhaite que nous mettions en place une politique ambitieuse pour améliorer la médiation scientifique et la diffusion des connaissances. Par exemple, le soutien à la production de films et d'images m'apparaît essentiel pour toucher aujourd'hui le plus grand nombre. C'est pourquoi je souhaite étudier la création d'une chaîne scientifique grand public « CNRS TV ».

Plus largement, une attention particulière doit être portée aux relations avec les media. Nous constatons en effet que certains d'entre eux préfèrent interroger des individualités plutôt que des institutions, ajoutant une confusion entre science et croyance qui entraîne la multiplication de fake news et décrédibilise la parole scientifique.

C'est pour tenter d'endiguer cette dérive que nous avons créé fin 2021 une mission pour l'expertise scientifique (MPES). « Estampillées » CNRS, les expertises produites engageront l'établissement, et non pas tel chercheur ou telle chercheuse.

Quels sont les atouts du CNRS pour mettre en œuvre ces priorités ?

A.P. Pour conduire une recherche fondamentale au meilleur niveau international et la mettre au service de la société, le CNRS peut s'appuyer de manière constante sur trois atouts dont il est le seul à bénéficier à un tel niveau et qui font sa force : un potentiel d'interdisciplinarité unique, un réseau de partenariats académiques exceptionnel et un ensemble remarquable de coopérations internationales. Ces atouts doivent être soigneusement entretenus, utilisés et renforcés.

Concernant le premier, j'emploie ici le terme d'interdisciplinarité de manière englobante, dans le sens de faire inter-agir des disciplines différentes, regroupant ainsi les notions de pluri-, multi- ou encore trans-disciplinarité, utilisées dans différents contextes. Une bonne interdisciplinarité s'appuie sur des disciplines de très bon niveau.

Pour se mettre au service de la société, la science se doit d'adopter une démarche interdisciplinaire. Les grands challenges industriels ou les grands enjeux sociaux ne peuvent jamais, ou quasiment jamais, être traités via des approches disciplinaires. Ils nécessitent au contraire de faire coopérer et interagir différentes disciplines.

Du point de vue de l'avancée des connaissances, une part d'interdisciplinarité devient souvent nécessaire. L'exemple le plus frappant est sans doute celui des données. Avec la numérisation, presque toutes les disciplines ont à leur disposition des quantités de données de plus en plus importantes. Je souhaite à cet effet que nous développons dans les années à venir un programme transverse sur les données, tirant parti des expériences et savoir-faire des instituts.

Nous avons lancé dès 2019 les actions Prime (Projets de recherche interdisciplinaires multi équipes). Après trois ans, ce sont près de 250 projets qui ont été soutenus. Cette dynamique essentielle doit se poursuivre.

Cette capacité unique à l'interdisciplinarité a aussi été illustrée par le rôle particulier qui nous a été donné dans la mise en place des programmes prioritaires de recherche (PPR) du PIA3 (Programme d'investissements d'avenir) et des programmes et équipements prioritaires de recherche (PEPR) du PIA4 qui sont, les uns et les autres, profondément interdisciplinaires.

Le deuxième atout du CNRS ?

A.P. Notre deuxième atout est notre réseau de partenariats académiques exceptionnel. Contrairement à ce qui se dit ou s'écrit parfois, la plupart des pays ont trois types d'acteurs : des universités, des organismes de recherche nationaux (non, ce n'est pas une spécificité française, cf. la Max Planck en Allemagne, l'Académie des sciences de Chine, les National Labs aux États-Unis, le Riken au Japon...) et des agences de financement, publiques ou privées.

Il est absurde d'opposer les uns aux autres, nullement concurrents entre eux. Ils doivent au contraire coopérer.

“Le CNRS peut s'appuyer sur trois atouts : un potentiel d'interdisciplinarité unique, un réseau de partenariats académiques exceptionnel et un ensemble remarquable de coopérations internationales.”

Mais il convient de clairement préciser leurs missions, leurs rôles et leurs périmètres, afin d'avoir un système de l'ESRI efficace, reconnu et attractif sur la scène internationale. Nous devons veiller à travailler ensemble en sachant combiner saine émulation et coopération.

Les chercheurs et chercheuses du CNRS contribuent largement aux succès des universités françaises dans les classements internationaux. Depuis 2019, à la demande de la ministre, les plus cités d'entre eux et d'entre elles (les « Highly cited researchers ») font figurer l'université comme principale affiliation apportant ainsi des points précieux à ces universités. Le CNRS continuera à appliquer une telle politique au bénéfice de toutes les universités demandeuses, tant pour les classements généraux que pour les classements thématiques.

Le CNRS doit maintenant aborder une nouvelle phase de ses relations avec les universités. De nouveaux partenariats doivent être construits avec les établissements ayant la volonté forte de coopérer. Ces partenariats doivent être plus individualisés et davantage basés sur des stratégies partagées. Il faudra notamment veiller aux plus-values résultant de la coopération entre un organisme national d'une part, une université ancrée sur son territoire d'autre part, les deux ayant l'ambition naturelle de rayonner internationalement.

Ce chantier doit aussi être l'occasion de lancer une réflexion sur l'organisation du CNRS en régions et notamment sur le rôle et les missions des délégations régionales et leur articulation avec les autres acteurs régionaux.

D'un point de vue opérationnel, les partenariats avec les universités soulèvent de nombreux points. Je veux rapidement évoquer trois des principaux, les UMR, les personnels et les activités d'enseignement.

L'organisation de la recherche académique française est très largement basée sur la notion d'UMR, unité mixte de recherche. Nous avons un intérêt collectif à ne pas en faire l'unique outil possible de coopérations avec les universités et les autres organismes de recherche. De manière plus globale, je propose de réfléchir à la création de



▼ Lancement du programme DesCartes, dédié à l'intelligence artificielle, fin janvier à Singapour.

« laboratoires nationaux » thématiques, « flagships » de la recherche française qui rassembleraient sur un même lieu des laboratoires académiques et industriels, des start-up, des plateformes, des démonstrateurs et une offre de formation. De tels « flagships » auraient naturellement vocation à s'inscrire aussi dans une dynamique européenne, si le sujet s'y prête.

Concernant les personnels IT/BIATSS³, la situation actuelle est très déséquilibrée. Si l'on peut trouver une certaine logique à ce que le CNRS fournisse beaucoup plus de personnels de soutien que les universités et écoles, la justification pour les personnels de support est beaucoup moins évidente. Le rééquilibrage, à terme, est un chantier difficile mais il doit être lancé sans plus attendre. Dans cet esprit, je souhaite que le CNRS travaille avec les universités volontaires à une notion d'unité mixte d'appui qui, sur le modèle connu des UMR, regrouperait des personnels d'appui de plusieurs établissements pour offrir un service

3. Ingénieurs et techniciens (IT) / Personnels ingénieurs, administratifs, techniques, sociaux et de santé et des bibliothèques (BIATSS).



© CNRS - DPMULTIMEDIA

▼ Les 29 et 30 novembre, les laboratoires communs (Labcom) du CNRS, créés avec ses partenaires industriels, étaient à l'honneur au Palais Brongniart.

partagé à une ou plusieurs unités de recherche, ou mixtes ou propres à certains établissements.

Concernant les activités d'enseignement, le CNRS avait mis sur pied à titre expérimental un système de « professeur ou maître de conférences attaché » avec deux Écoles normales supérieures. Nous poursuivons sa généralisation en maintenant comme principe de base le volontariat.

Et le troisième atout ?

A.P. Notre troisième atout est un ensemble remarquable de coopérations internationales.

Le CNRS est un organisme de recherche profondément international. Promouvoir une recherche fondamentale au meilleur niveau suppose aussi d'inciter et favoriser les coopérations avec les meilleures et les meilleurs.

Plus d'un tiers des lauréates et lauréats aux différents concours de chercheuses et chercheurs permanents ont une autre nationalité que la nationalité française. Le CNRS poursuivra de manière volontariste cette politique.

Un autre élément clé des coopérations internationales est constitué des diverses collaborations scientifiques que le CNRS entretient à travers le monde : projets,

laboratoires, réseaux et centres de recherche internationaux. En complément, nous avons développé des relations avec certaines universités via des « PhD Joint Programs ». Ces différents outils doivent continuer à privilégier ces coopérations avec les institutions les plus renommées internationalement, sur la base de sujets scientifiques d'intérêt commun.

Comme prévu dans le COP, le CNRS a présenté au conseil d'administration de décembre 2021 un « plan Afrique ». Sa mise en œuvre s'appuiera sur les forces et les stratégies de nos partenaires africains et proposera de nouveaux outils spécifiques de coopérations en veillant à la complémentarité des approches et des actions avec les autres acteurs français.

Le CNRS est un acteur engagé de la construction de l'espace européen de la recherche. Premier organisme bénéficiaire des différents programmes-cadres européens, nous mettrons en œuvre notre feuille de route « Stratégie européenne du CNRS », rendue publique en mai 2021. Traditionnellement, nous avons d'excellents résultats dans le cadre du pilier 1, « L'excellence scientifique ». Sur l'ensemble du précédent programme-cadre Horizon 2020, plus de la moitié des lauréats exerçant en

France sont des salariés du CNRS, alors que nos chercheurs et chercheuses ne représentent qu'un peu plus de 11 % de la communauté académique. Le CNRS poursuivra la politique d'incitation et d'accompagnement à l'ERC que nous menons depuis des années. Il reste des marges de progression, notamment en sciences humaines et sociales (SHS) et pour les appels « Advanced Grants ».

Un effort particulier sera apporté à la progression de nos résultats dans le cadre des trois autres piliers « Les problématiques mondiales et la compétitivité industrielle européenne », « L'Europe innovante » et « Élargir la participation et renforcer l'espace européen de la recherche ».

De quels moyens allez-vous disposer pour développer ce programme ?

A.P. Au cours de mon premier mandat, j'ai essayé de (re) construire des (petites) marges de manœuvre, notamment par des prélèvements sur le fonds de roulement. Elles ont permis essentiellement de financer les opérations de prématuration ou encore les actions interdiscipli-

► Journée nationale des entrants et des entrantes, le 28 septembre 2021.

naires et le « Programme interne de doctorantes et doctorants » (200 en 2019, 180 en 2020 et 2021). Ce programme a joué un rôle essentiel dans la mise en œuvre de la politique de l'établissement, grâce des effets de levier conséquents. Il a été ciblé sur trois priorités : l'interdisciplinarité avec notamment le soutien aux projets Prime, les défis sociaux et les coopérations internationales via les « PhD Joint Programs ». Nous poursuivrons dans cette direction en utilisant en particulier la réforme du préciput (« overhead ») de l'Agence nationale de la recherche (ANR) liée à la mise en place de la loi de programmation de la recherche (LPR).

Je suis convaincu qu'il est indispensable de partager avec l'État une vision pluriannuelle de l'évolution du budget du CNRS. Le contrat d'objectifs et de performance actuel est un exercice intéressant d'un point de vue prospectif mais sans conséquence sur les moyens. Le CNRS devrait bénéficier d'un véritable contrat pluriannuel d'objectifs et de moyens qui mette en regard les objectifs qui lui sont fixés avec les moyens dont il dispose, y compris les ressources propres bien sûr.

Un véritable contrat d'objectifs et de moyens pourrait permettre notamment de limiter à 80 % le pourcentage maximal de la subvention pour charge de service public (SCSP) consacrée à la masse salariale ; de fixer des seuils minimaux cibles pour les volumes d'emplois rémunérés sur SCSP, de permanents d'une part, de non permanents d'autre part ; de fixer un pourcentage minimal cible de ressources propres dans le budget de l'établissement. Un tel contrat serait vertueux car engageant les deux signataires.

Par ailleurs, la Fondation CNRS lancée début 2020 a subi de plein fouet la crise sanitaire. Malgré la faible tradition de mécénat scientifique dans notre pays, je crois à son succès. Il nous faudra mieux expliquer les activités du CNRS, les défis sociaux que la science peut contribuer à résoudre et les besoins de financement de projets de recherche.

Une conclusion ?

A.P. Je n'oublie jamais que la principale force du CNRS, ce sont ses personnels, les chercheurs, les chercheuses et



“La principale force du CNRS, ce sont les chercheurs, les chercheuses et aussi les personnels des fonctions d'appui.”



► Antoine Petit expérimentant un exosquelette à l'Institut des systèmes intelligents et de robotique (Isir), le 18 janvier dernier.

aussi les personnels des fonctions d'appui, et j'inclus bien sûr les personnels de ses partenaires au sein des unités mixtes.

Rien de ce qui se fait au CNRS n'est possible sans un fonctionnement interne adapté et opérationnel. Je continuerai à rencontrer les agents et échanger avec eux, que ce soit au niveau des représentants syndicaux, des membres du comité national, des instituts, des directions fonctionnelles, des délégations régionales et des unités de recherche. Ces interactions sont essentielles pour moi et pour le CNRS. Dans cet esprit, je continuerai à présider les comités techniques de l'établissement et resterai très attentif à la qualité d'un dialogue social serein et respectueux, en veillant à ne jamais mélanger les missions et les rôles des différents acteurs. Je poursuivrai le mode de fonctionnement mis en place, en insistant sur trois points : la simplification, la responsabilité sociale du CNRS et le sentiment d'appartenance.

Tout le monde appelle de ses vœux la simplification, elle doit se nourrir d'une volonté d'alléger les processus et les contrôles a priori. Le CNRS doit être exemplaire sur ce qui constitue la responsabilité sociale d'une institution.

“ Je suis convaincu qu'il est indispensable de partager avec l'État une vision pluriannuelle de l'évolution du budget du CNRS. ”

Nous avons par exemple, conjointement avec France Universités, invité les unités et leurs directions à prendre en charge le suivi de leur empreinte carbone. Enfin, le sentiment d'appartenance m'apparaît comme essentiel. Il a joué beaucoup dans la pérennité du CNRS mais doit être cultivé sans relâche et faire l'objet d'une attention régulière.

La compétition internationale devient de plus en plus dure. Le nombre d'acteurs augmente et l'importance de certains d'entre eux a crû de manière spectaculaire en quelques années, et continue à croître. Si la France veut réellement faire une priorité de la recherche et du développement, des arbitrages financiers sont nécessaires, tant du côté de l'État que de celui des acteurs privés. Côté État, la LPR a été une première étape importante. Une seconde étape est indispensable, visant notamment une responsabilisation plus importante des acteurs, organismes comme universités ou écoles, via de réels contrats pluriannuels d'objectifs et de moyens entre l'État et ses opérateurs.

Le CNRS doit se recentrer sur les activités pour lesquelles son statut d'organisme national est une réelle valeur ajoutée. Le CNRS est là pour permettre aux très bons de devenir encore meilleurs ; parmi les meilleurs au niveau international.

Pour prendre une métaphore sportive, le rôle du CNRS n'est pas de permettre de se qualifier aux JO mais d'aider les qualifiés à obtenir une médaille. Et dans le domaine de la recherche, nous avons le grand avantage que les JO soient permanents.

Le CNRS est un acteur unique sur lequel l'État doit s'appuyer. La science peut, et doit, aider la France, qui est un grand pays scientifique, à rester une nation prospère comptant sur la scène internationale. Avec humilité mais conviction et enthousiasme, le CNRS doit poursuivre et développer son ambition de jouer un rôle important, voire essentiel, pour atteindre cet objectif. ||

Cécile Charrier, des synapses plein la tête

VIVANT



Dans son bureau parisien au 46 rue d'Ulm, Cécile Charrier a placé sur son étagère un cadre avec le cliché d'un neurone observé au microscope. « Je trouve cela très beau, un neurone. Avant l'observation au microscope, nous les marquons avec des sondes fluorescentes permettant de visualiser les protéines synaptiques, donc il y a toujours plein de couleurs qui ressortent sur les clichés. De mon point de vue, regarder un neurone avec ses connexions synaptiques, c'est un peu comme voir des individus échanger une poignée de main », s'émerveille la biologiste.

Depuis environ quinze ans, cette chercheuse au sein de l'Institut de biologie de l'École normale supérieure¹ observe les synapses, ces connexions qui assurent la transmission et le traitement du signal nerveux entre nos neurones, et sans lesquelles notre système nerveux s'avère incapable de fonctionner. « Nos synapses sont à la base de toutes nos émotions et de tous nos comportements. Elles contrôlent par exemple la peur, la faim, la mémoire ou l'apprentissage », décrit Cécile Charrier. Ce qu'essaie de comprendre cette biologiste, c'est en quoi le fonctionnement des synapses humaines diffère de celui des autres animaux.

« Nous tentons de comprendre comment certaines mutations génétiques apparues au cours de l'évolution humaine affectent les mécanismes fondamentaux responsables du développement des synapses et de leur plasticité. La plasticité synaptique est

NEUROSCIENCES Lauréate du prix Irène Joliot-Curie 2021 de la « jeune femme scientifique », la neurobiologiste Cécile Charrier s'efforce depuis quinze ans de percer les mystères des circuits neuronaux de notre cerveau.

PAR EMMANUELLE PICAUD

un processus qui permet au cerveau d'apprendre et de s'adapter tout au long de la vie et qui est particulièrement important chez les enfants et les adolescents. Chez l'humain, le cerveau en général, et les synapses en particulier, se développent sur des durées beaucoup plus longues que chez les autres mammifères. On considère que le cerveau n'est mature que vers 20 ans. Cela augmente l'influence de l'environnement et des interactions sociales, mais aussi la vulnérabilité à certains troubles neurologiques ou psychiatriques comme l'autisme, la schizophrénie ou les déficiences intellectuelles », détaille-t-elle.

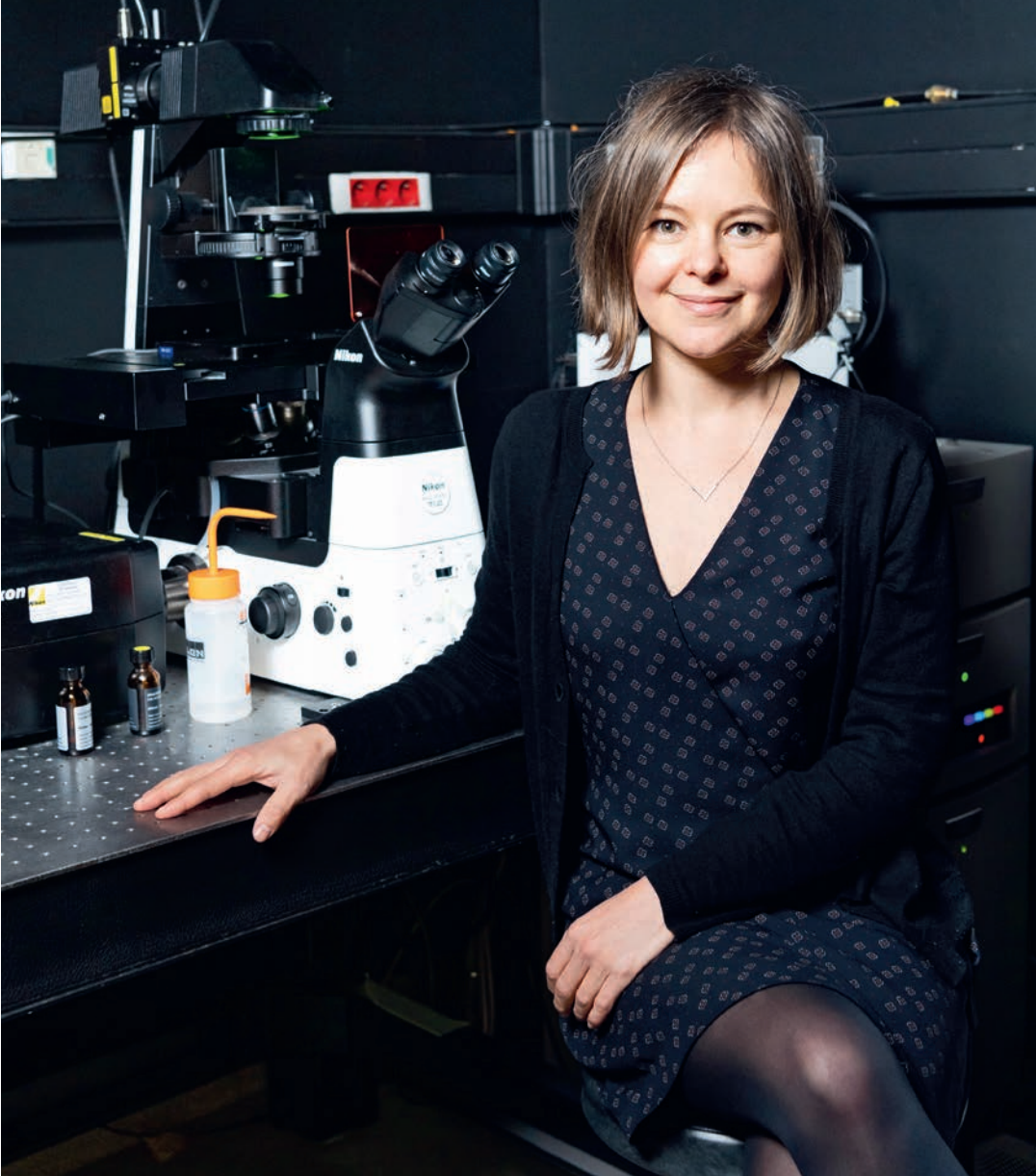
SRGAP2C, un gène déterminant

À l'automne dernier, Cécile Charrier a reçu pour ses travaux le prix Irène Joliot-Curie, catégorie « jeune femme scientifique », une marque de reconnaissance de la part de son ministère de tutelle, qui distingue chaque année cinq femmes du monde de la recherche. La biologiste de 39 ans attribue ce succès à ses choix de carrière, mais aussi à la chance. « Mes travaux postdoctoraux ont eu un impact important. Ils ont soulevé de

nouvelles questions que j'ai pu ensuite approfondir quand je suis rentrée en France », explique-t-elle. Après avoir passé un magistère en biologie à l'École normale supérieure en 2005 et une thèse en 2009, Cécile Charrier décide en effet de partir outre-Atlantique, à San Diego, où elle travaillera sur le gène SRGAP2C apparu au moment de la séparation entre *Australopithecus* et *Homo*, il y a environ 2,4 millions d'années. Elle parviendra à montrer qu'il joue un rôle primordial sur le développement de caractéristiques propres aux synapses humaines. Une découverte déterminante pour sa carrière.

« Antoine Triller², mon directeur de thèse, disait : "Nous ne sommes pas là pour faire des choses faciles." C'est une façon d'expliquer que la science n'est pas là pour céder à la facilité et que les découvertes ne se font pas sans prendre de risque, qu'il faut oser poser des questions qui sortent des sentiers battus pour la faire avancer. Son exigence intellectuelle m'a portée. Je me suis dit : "Je ne vais pas forcément faire ce que les autres trouvent intéressant, je vais faire ce qui m'intéresse". »

1. Unité CNRS/Inserm/ENS. 2. Antoine Triller travaille à l'Institut de biologie de l'École normale supérieure.



► Pour la biologiste Cécile Charrier, prendre le temps d'observer les échantillons peut parfois permettre de reformuler une hypothèse ou d'explorer une nouvelle piste d'étude.

postdoctorants, les discussions scientifiques, les demandes de financements, la dissémination des résultats scientifiques dans le cadre de publications ou de conférences, la production de rapports et d'évaluation, et la lecture des publications des autres chercheurs internationaux. Elle a étendu ses recherches à d'autres gènes humains afin de mieux comprendre le rôle de ces derniers sur l'activité synaptique. Elle n'observe plus aussi souvent qu'elle le souhaiterait des neurones au microscope. « *La paillasse me manque parfois. Je l'échangerais bien contre mes e-mails ! En tant que biologiste, il faut prendre le temps d'observer les échantillons. C'est ce qui va parfois nous permettre de reformuler une hypothèse ou d'explorer une nouvelle piste d'étude* », insiste-t-elle.

© BENOÎT RAJAUCONS PHOTOTHÈQUE

De ses années aux États-Unis, elle se souvient surtout de l'ambiance propice à l'innovation qui régnait au sein de son laboratoire et aussi de son directeur, Franck Polleux. « *Pour lui, tout était possible. Il ne mettait jamais de barrière intellectuelle ou technique dans les projets. Ce raisonnement a permis de débrider ma créativité* », reconnaît Cécile Charrier.

Une créativité débridée et une aide européenne

Sur place, la jeune chercheuse se rend aussi compte que les intérêts scientifiques diffèrent en fonction des cultures. « *À l'époque, en Californie, il y a eu un véritable engouement pour les neurones dérivés de cellules souches. Nous avons mis plus de temps à nous emparer de ce*

sujet en Europe, notamment à cause des questions d'éthiques qui se posaient », observe-t-elle.

Elle revient en France en 2013 et monte une équipe de recherche à Paris. Au départ, celle-ci était composée de deux personnes, puis elle s'est progressivement étoffée. Ses recherches se sont surtout accélérées à partir du moment où elle a obtenu un financement européen, en 2018. Grâce à ces fonds, Cécile Charrier et son équipe ont pu poursuivre leurs recherches sur le rôle de gènes liés à l'évolution humaine dans la régulation des mécanismes moléculaires et cellulaires au sein des neurones.

Aujourd'hui, Cécile Charrier dirige une équipe de huit personnes. Son quotidien est rythmé par l'encadrement des étudiants et

Un rêve d'enfant

Le métier qu'elle fait aujourd'hui, c'est celui qu'elle voulait faire depuis son enfance. « *Le cerveau m'a toujours fasciné, j'ai su dès le lycée que je voulais devenir neurobiologiste* », assure-t-elle. Son parcours pourra peut-être inspirer d'autres jeunes filles qui souhaitent se lancer dans la biologie. « *J'ai eu la chance d'avoir un parcours rectiligne et d'obtenir un poste assez jeune. L'âge moyen de recrutement a beaucoup reculé. Cela pose des difficultés particulières aux femmes parce qu'elles se retrouvent parfois à faire des choix personnels et professionnels importants en même temps. Il faut plus d'initiatives pour retenir les femmes dans la recherche académique.* » Une façon d'exprimer que, au-delà de sa passion pour la science, Cécile Charrier se révèle être aussi une femme de conviction. II

Guillaume Cabanac, traqueur de fake science

NUMÉRIQUE

La revue scientifique *Nature*, l'une des plus anciennes et réputées au monde, l'a surnommé *deception sleuth*. Littéralement : « fin limier de la supercherie ». Ses talents pour détecter les publications non fiables valent à Guillaume Cabanac, 39 ans, enseignant-chercheur de l'Institut de recherche en informatique de Toulouse¹, de figurer au palmarès des dix personnes qui ont le plus marqué la science en 2021 selon la revue².

En collaboration avec l'informaticien grenoblois Cyril Labbé et le mathématicien russe Alexander Magazinov, il a conçu et développé le logiciel Problematic Paper Screener³ (« Radar à papiers problématiques »). Chaque nuit, le détecteur Tortured de cet outil passe au crible les 120 millions de publications indexées par la base de données bibliographiques Dimensions pour y débusquer des expressions torturées. Cette appellation désigne des assemblages incongrus de mots, symptomatiques de méconduites et fraudes qui, hélas, passent le filtre de certaines revues défaillantes voire frauduleuses, et gagnent une petite fraction de la littérature scientifique.

Détectives invisibles et expressions torturées

Pour comprendre pourquoi, il faut se mettre dans la peau des fraudeurs... Pour eux, un simple copier-coller afin de récupérer des paragraphes d'articles sérieux, briques élémentaires pour en créer un faux, n'est plus possible du fait des détecteurs de plagiat. À moins de... paraphraser le texte avec des synonymes, grâce à des logiciels dédiés. Quitte à obtenir les fameuses expressions torturées. Coller le résultat sans relire et voici que fleurissent des déceptions du rein au lieu d'insuffisances rénales. Des périls de la poitrine au lieu de cancers du sein. Corrosif nucléaire remplace acide nucléaire. Et conscience contrefaite supplante intelligence artificielle !

Le trio a choisi une approche de réévaluation post-publication participative. En clair : un collège invisible d'une cinquantaine de « détectives », des chercheurs et des amateurs, identifient de nouvelles expressions torturées que Guillaume Cabanac injecte dans le logiciel. Puis, des articles qui en contiennent, pointés comme problématiques, sont signalés sur PubPeer.org, plateforme administrée par deux chercheurs du CNRS, où des scientifiques, du monde entier et de toutes disciplines, apportent

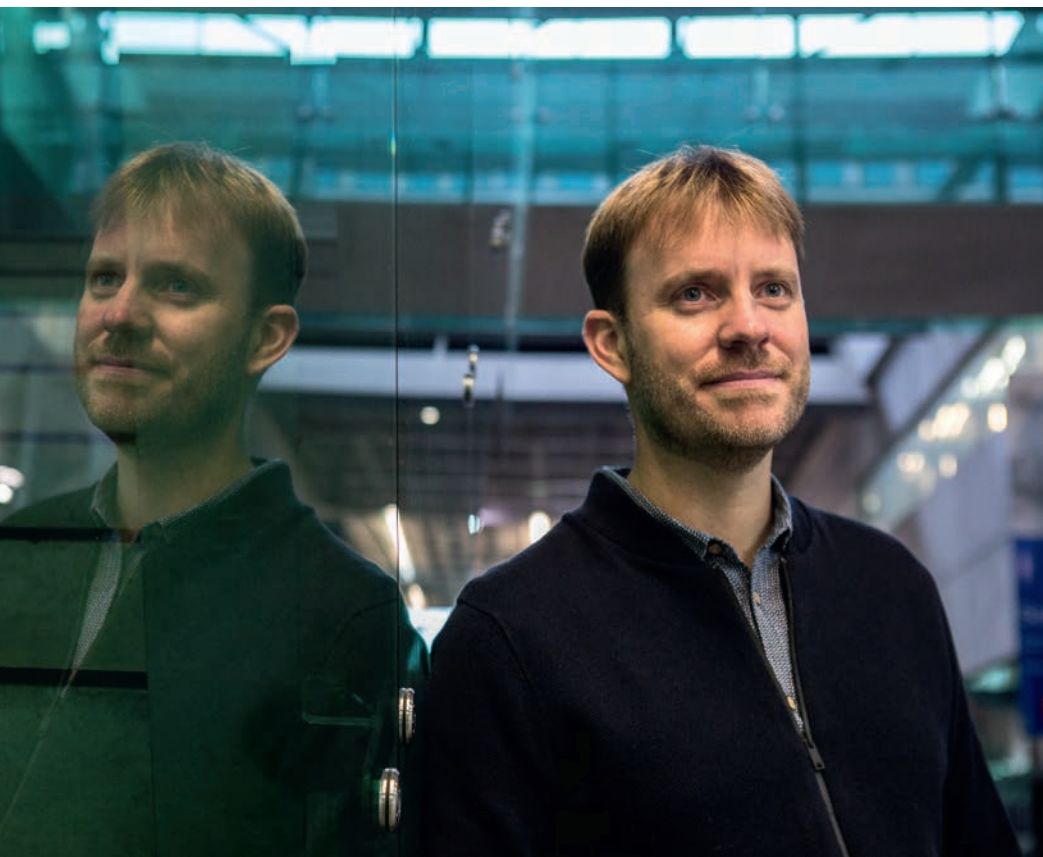
INFORMATIQUE « Corrosif nucléaire » pour « acide nucléaire » ou « conscience contrefaite » à la place d'« intelligence artificielle »... Ce sont les expressions torturées que Guillaume Cabanac chasse dans la littérature scientifique à l'aide d'un logiciel qu'il a cocréé. Objectif : identifier les publications frauduleuses.

PAR GAËL HAUTEMULLE

leur expertise en les commentant pour les réévaluer. En ce moment, le logiciel traque 550 expressions torturées dans les 16 000 nouvelles indexations quotidiennes de Dimensions. Sur près de 6 millions d'articles publiés en 2021, il en a ainsi pointé plus de 1 500 comptant au moins deux expressions torturées, critère garantissant qu'au moins 98 % d'entre eux contiennent, après réévaluation, d'authentiques plagiats. Et le phénomène va croissant, puisque, avec les mêmes critères, les chiffres tombent à 1 135 en 2020, 638 en 2019, et 416 en 2018. Par ailleurs, un autre des détecteurs de leur Radar à papiers problématiques, développé en collaboration avec Cyril Labbé et des chercheurs australiens, leur a permis de pointer plus de 700 articles d'oncologie, publiés entre 2014 et 2018, qui comportaient des erreurs de séquences génétiques et sont à ce jour pourtant déjà cités plus de 20 000 fois dans d'autres articles scientifiques⁴.

“ Je n'ai besoin que d'un crayon, d'un calepin, d'un ordinateur et d'une connexion Internet ! ”

1. Unité CNRS/ institut national polytechnique de Toulouse/ Université Toulouse-Paul Sabatier. 2. <https://www.nature.com/immersive/d41586-021-03621-0> 3. <https://www.irit.fr/~Guillaume.Cabanac/problematic-paper-screener> 4. <https://doi.org/10.26508/lsa.202101203> 5. Dans « A note on science and democracy », Robert K. Merton, 1942, *Journal of Legal and Political Sociology*.



Son collègue Cyril Labbé s'amuse souvent en « *découvrant certaines publications "surréalistes". Mais, pour Guillaume, l'indignation finit souvent par l'emporter...* », raconte-t-il. Moins de trois « pollutions » tous les 10 000 articles, cela peut sembler peu. Mais « *accepterait-on que trois des 10 000 vols aériens quotidiens s'achèvent en crash ?* », insiste Guillaume Cabanac. *La science se construit, tel le mur d'une maison, avec des briques. L'usage d'éléments non fiables voire pourris – et réutilisés par la communauté scientifique – pourrait, à terme, menacer l'édifice !* »

Dépollueurs contre moulins à papier

Cette ardeur au « nettoyage » trouve peut-être son origine dans les valeurs familiales et morales du chercheur. Un grand-père représentant syndical, animé par les lumières de la formation tout au long de la vie, le Toulousain aux origines modestes a toujours été attiré par la culture et croit en l'ethos de la science, notamment au désintéressement et au scepticisme organisé. Or, du fait de la massification des publications (qui a presque doublé en dix ans), « *ces deux garde-fous théoriques par le sociologue Robert K. Merton⁶ sont aujourd'hui piétinés par les "moulins à papier"*⁶ », fabricants d'articles-patchwork au kilomètre qui volent et paraphrasent des publications fiables. Le tout dans un univers ultra-concurrentiel où les chercheurs sont souvent sous l'emprise du fameux *publish or perish* (« publier ou périr »)...

C'est en DUT d'informatique de gestion que la recherche a capté sérieusement l'attention de Guillaume

ETHOS DE LA SCIENCE

Normes morales encadrant l'activité des membres de la communauté scientifique d'après le sociologue des sciences américain Robert K. Merton.

INFODÉMIE

Contraction de « information » et « épidémie » pour désigner un déluge d'informations dont bon nombre se révèlent fausses voire malveillantes.

Cabanac. Son stage, en tant que programmeur auprès d'un doctorant de l'université Paul-Sabatier de Toulouse, s'avère une expérience ardue, stimulante et fondatrice. Il poursuit en master à l'université et décroche un financement de thèse du ministère sur l'activité d'annotation collective de textes numériques, dans le même laboratoire qui l'accueillera comme maître de conférences en 2009, neuf mois après sa soutenance.

Idées, solutions et programmation

Motivé par l'interdisciplinarité, le lien social et les relations humaines, il se rapproche de chercheurs en sociologie des sciences et, en 2016, soutient une

habilitation à diriger des recherches intitulée « Interroger le texte scientifique ». Sa recherche, qui demande très peu de moyens, fait pour lui écho à ses origines sociales : « *Je n'ai besoin que d'un crayon, d'un calepin, d'un ordinateur et d'une connexion Internet !* » Il se dit *full stack* (« polyvalent » en jargon d'informaticien) : chercheur, il a des idées. Ingénieur, il résout les problèmes. Technicien, il programme et met les mains dans le cambouis numérique. Enseignant, il estime que ses cours devant ses étudiants nourrissent sa recherche.

Aujourd'hui, Guillaume Cabanac est membre nommé au sein du Conseil scientifique de l'Institut des sciences humaines et sociales du CNRS. Il travaille sur le volet préventif de la dépollution au sein du projet franco-hollandais Nanobubbles⁷ à la problématique cruciale : « *Comment, quand et pourquoi la science échoue-t-elle à s'autocorriger ?* » Et le trio de détectives est sollicité par une dizaine de maisons d'édition comme ACM, Elsevier, IEEE, Institute of Physics, SAGE, et Springer Nature, pour intégrer le Radar à papiers problématiques en amont de la chaîne de publication.

Vu l'actuelle infodémie, la démarche du fin limier toulousain trouve de plus en plus d'écho. L'Office français de l'intégrité scientifique (Ofis) juge même à présent que « *les activités de commentaires post-publication* » relèvent « *des activités ordinaires du chercheur, au même titre que les activités traditionnelles d'évaluation par les pairs* »⁸, rappelle l'informaticien. Enthousiaste, il invite chacun à le rejoindre pour, ensemble, dépolluer la littérature scientifique. ■

6. Expression fréquente dans les publications scientifiques de référence comme *Nature* (par exemple <https://doi.org/10.1038/d41586-021-00733-5>) 7. Projet ERC Synergy <https://www.irit.fr/erc-nanobubbles/> 8. Note du 27 septembre 2021, <https://www.hceres.fr/en/node/30562040>

5 lauréates pour le Prix Irène Joliot-Curie

Fin novembre, les lauréates de la 20^e édition du Prix Irène Joliot-Curie ont été dévoilées. Aux côtés de Cécile Charrier, Prix de la Jeune femme scientifique (*lire p. 14*), c'est Julie Grollier qui remporte le Prix de la Femme scientifique de l'Année. Directrice de recherche au CNRS¹, elle est récompensée pour ses travaux de recherche entre physique et intelligence artificielle, qui ont pour objectif de réaliser des puces électroniques « vertes », intelligentes, utiles et à très faible consommation électrique (*lire « Julie Grollier, chercheuse (bio)inspirée » dans CNRS le journal n°302*). Odile Hembise Fanton d'Andon, présidente cofondatrice et directrice générale de la société ACRI-

ST, reçoit quant à elle le Prix Femme, recherche et entreprise. Enfin, le Prix spécial de l'engagement créé pour les 20 ans du Prix Irène Joliot-Curie a été attribué à Vittoria Colizza, directrice de recherche Inserm à l'Institut d'épidémiologie et de santé publique Pierre Louis, et Odile Launay, coordinatrice du Centre d'Investigation Clinique Vaccinologie de Cochin Pasteur.

1. Unité Mixte de Physique CNRS/Thales.

Julie
Grollier



© CHRISTOPHE CAUDROY

Aurélie
Philippe



© CNRS DR20-SERVICE COMMUNICATION



© CNRS

Clara
Herer



© LAURENT ADOUIN

Catherine
Larroche

Trois nouvelles déléguées régionales

Plusieurs nominations ont eu lieu en région à compter du 1^{er} janvier 2022. Ainsi, Catherine Larroche a été nommée déléguée régionale de la circonscription Île-de-France Meudon. De son côté, Aurélie Philippe a été nommée déléguée régionale du CNRS en Provence et Corse. Et Clara Herer lui a succédé en tant que déléguée régionale de la délégation Côte d'Azur du CNRS.

Joël Moret-Bailly, référent laïcité du CNRS

Depuis le 1^{er} janvier, Joël Moret-Bailly exerce la fonction de référent laïcité du CNRS. Il est également référent déontologue, référent lancement d'alertes et chargé de la lutte contre le racisme et l'antisémitisme.



© CNRS-DÉLÉGATION PMA

26

C'est le nombre de nouveaux lauréats des bourses « Starting » qui ont le CNRS pour institution hôte.

Attribuées par le Conseil européen de la recherche (ERC) et dotées de 1,5 million d'euros sur une durée maximale de cinq ans, ces bourses permettent de financer des projets de recherche exploratoire portés par des jeunes chercheurs et chercheuses.

Adeline Nazarenko nommée pour l'expertise scientifique

Le 1^{er} janvier, Adeline Nazarenko a été nommée directrice de la Mission pour l'expertise scientifique (MPES), nouvellement créée pour « organiser, accompagner et valoriser les expertises du CNRS ».

Directrice adjointe scientifique de 2016 à 2021 au sein de l'Institut des sciences de l'information et de leurs interactions du CNRS, elle travaillait depuis septembre à la préfiguration de la Mission pour l'expertise scientifique de l'organisme (*lire son entretien sur CNRS Info*).



© XAVIER PIERRE

GRAND FORMAT



Déchiffrer l'engouement sans faille pour la littérature, poser un autre regard sur la mécanique et construire de nouveaux ponts scientifiques avec l'Afrique.



Libreria Mollat à Bordeaux. La littérature se réinvente dans une pluralité des genres : des très populaires science-fiction et romans policiers aux romans réalistes, en passant par les enquêtes et reportages de non-fiction.

La littérature, laboratoire du monde

Qu'ils nous permettent d'expérimenter d'autres vies ou de prendre conscience du monde réel, les livres tiennent toujours une place centrale dans notre société. Comment expliquer ce succès intemporel ? Quelles sont les évolutions récentes de la littérature ? Alors que Molière et Proust sont à l'honneur cette année, et avant le Festival du Livre qui se tient en avril à Paris, enquête sur un art à part.

DOSSIER RÉALISÉ PAR MATTHIEU STRICOT

Après avoir survécu à l'invention de la radio, à l'essor du cinéma et au couronnement de la télévision, la littérature va-t-elle de nouveau faire mentir les Cassandra qui prédisaient sa chute sous les coups de butoir des jeux vidéo, des séries ou des réseaux sociaux ? Avec 480 millions de livres vendus en France en 2021, on peut en effet penser que la fin de la littérature n'est pas pour demain : l'an dernier, le marché du livre a même bondi de 12,5 % par rapport à 2020, année qui aura donc vu les librairies acquérir le statut de commerces essentiels en temps de confinement. Certes, le nombre de grands lecteurs tend à diminuer légèrement, mais l'enquête du Centre national du livre, parue en 2019 et portant sur la dernière décennie, montre que le taux de lecteurs moyens reste relativement stable, à 92 %. De plus, loin des idées reçues, les jeunes restent de grands consommateurs de livres, s'orientant notamment vers les BD, les mangas, la littérature jeunesse, l'heroic fantasy mais aussi, toujours, vers des romans plus traditionnels. Surtout, succès après succès, débat après débat, la littérature n'en finit pas de prouver son potentiel inégalable pour nous raconter des histoires, nous plonger dans d'autres existences, en nous confrontant à des choix, nous aider à construire notre récit personnel et accompagner les changements sociaux et politiques, tout en les influençant.

D'où viennent donc ces funestes pronostics sur son avenir ? « Les discours sur la mort de la littérature sont le plus souvent le fait de nostalgiques qui parlent de la littérature telle qu'elle s'est instituée au XIX^e siècle et qui était centrale dans l'enseignement qu'ils ont connu », estime Philippe Roussin, directeur de recherche au Centre de recherche sur les arts et le langage¹ (Cral). « Ces nostalgiques de la grande littérature aristocratique, issus du champ de la droite, peuvent être choqués par le succès d'Annie Ernaux, qui propose une littérature s'intéressant à l'ordinaire ou aux questions féminines », complète Alexandre Gefen, directeur de recherche au laboratoire Théorie et histoire des arts et des littératures de la modernité² (Thalim), et directeur adjoint scientifique à l'Institut des sciences humaines et sociales du CNRS. « Mais les réticences à cette littérature accessible et recentrée sur des questions de société se retrouvent aussi à gauche, où il existe une tradition littéraire qui se pense du côté de la subversion, de la critique, de l'ironie, de la réflexivité et de l'interrogation formelle. »

Trajectoires plurielles

La littérature se réinvente désormais dans une pluralité des genres, allant des très populaires science-fiction et romans policiers aux romans réalistes, en passant par les enquêtes et reportages de non-fiction. Et cette recomposition s'observe jusqu'aux prix littéraires eux-mêmes, dans un pays, la France, où plus de 2 000 récompenses sont décernées chaque année. « Hervé Le Tellier a ainsi vendu plus d'un million d'exemplaires pour L'Anomalie, prix Goncourt 2020 (avec une intrigue relevant de la science-fiction, Ndlr), remarque Philippe Roussin. C'est autant que L'Amant de Marguerite Duras, Goncourt 1984, qui jusque-là avait enregistré le plus de ventes. Dans ces deux cas, il s'agit de livres grand public d'auteurs exigeants. » Une pluralité des genres donc, mais aussi des parcours et des territoires : « L'écriture française se fait désormais largement en dehors de France ou à travers des écrivains binationaux ou ayant des parcours mêlant d'autres langues », remarque Alexandre Gefen. Le prix Goncourt 2021, *La plus secrète mémoire des hommes*, du jeune auteur sénégalais Mohamed Mbougar Sarr, a déjà dépassé

1. Unité CNRS/EHESS. 2. Unité CNRS/Université Sorbonne Nouvelle.

“En France, les écrivains ont été aux avant-postes de la défense de la liberté d’expression.”

les 400 000 exemplaires vendus. « Il a été coédité par Philippe Rey, petit éditeur français, et un éditeur sénégalais, ce qui témoigne d’une évolution dans le monde de l’édition », confirme Philippe Roussin. Le succès de Leïla Slimani, romancière franco-marocaine et Prix Goncourt 2016 avec *Chanson douce*, s’inscrit dans cette même tendance.

Le récit, au cœur de l’identité

Comment expliquer l’engouement intemporel suscité par la littérature ? Là encore les raisons sont multiples. Si l’on considère par exemple les œuvres traitant de questions de société, il est certain que le fait de partager une épreuve permet au lecteur d’inscrire son expérience personnelle dans une généralité. « Qu’il s’agisse de poser la question de l’inceste chez Christine Angot ou de la perte de l’enfant chez Camille Laurens et chez Philippe Forest, ces livres permettent d’opérer des réélaborations qui aident à échapper au traumatisme dans une société où l’instigation à se reconstruire et à saisir son propre destin est perpétuelle », analyse Alexandre Gefen.

Dans une étude parue en 2021, 86 % des Français ont déclaré avoir lu ou commencé au moins un livre durant les douze derniers mois.



Mais plus largement, le récit plonge dans notre capacité à nous raconter des histoires. Le philosophe du langage Jean-Marie Schaeffer, directeur de recherche au Cral, qui s’est intéressé au lien entre littérature et sciences cognitives, explique que la narrativité joue un rôle constitutif de notre identité, à travers le développement de la mémoire des événements : « Lorsqu’on réactive un souvenir épisodique de l’enfance, on le revit vraiment. Les psychologues de la mémoire estiment que, si nous gardons des traces aussi précises d’événements particuliers, c’est parce qu’ils sont narrativisés. Et on sait aujourd’hui que c’est la mémoire épisodique qui fait que nous sommes les mêmes dans des situations différentes, à des âges différents. Le récit jouant un rôle central dans ce que nous sommes, il n’est donc pas étonnant que la littérature narrative se retrouve dans toutes les cultures. »

Au sein de ces récits, la fiction occupe une place de choix. Car, pour habiter un monde fictif par l’imagination, nous devons nous servir de ce que nous savons du réel. « La fiction permet de nous mettre à distance de la réalité qui nous assaille, de faire des essais de comportements sans en subir les conséquences éventuelles, poursuit Jean-Marie Schaeffer. Pour les jeunes enfants, apprendre à adopter cette attitude à l’égard d’eux-mêmes et du monde constitue une étape importante dans leur processus de maturation. Et cela se poursuit tout au long de la vie : dans cet espace imaginaire, nous pouvons tirer des leçons et une connaissance pratique pour notre propre engagement, et maîtriser ainsi la réalité indirectement. »

Cette approche semble tout aussi valable au niveau collectif. Une fiction fondatrice peut jouer un rôle important dans la naissance d’une communauté, d’une nation ou d’un État, en tant que marque de sa nature profonde ou de ses désirs pour l’avenir. « Les fictions historiques de Walter Scott ont par exemple joué un grand rôle dans la conscience populaire anglo-saxonne, rappelle Jean-Marie Schaeffer. Plus largement, les fictions dites “classiques” sont devenues des réceptacles pour des projections d’identité. Au XIX^e et au XX^e siècle, innombrables sont les Français qui se sont projetés dans l’univers romanesque de Balzac. »

Aide à la prise de conscience

La littérature évolue en miroir avec la société. Ainsi, les questions sociétales autour du mouvement #metoo se sont nourries de textes littéraires comme en France avec *Le Consentement* de Vanessa Springora, alors que les inquiétudes existentielles et économiques de Michel Houellebecq évoluent conjointement à la montée des discours identitaires en politique. De son côté, le livre *La Familia Grande* de Camille Kouchner a engagé la justice à réfléchir sur la question de l’inceste et la durée de la prescription. « La littérature dévoile les choses tout en modifiant notre manière de les appréhender, en changeant notre regard et notre sensibilité. En ce sens, elle participe grandement à l’évolution de la société », estime Alexandre Gefen.

Cela pourrait être aussi le cas pour la nécessaire prise de conscience écologique, notamment auprès des plus jeunes. Anne Simon, chercheuse en études littéraires et spécialiste de zoopoétique, directrice de recherche au sein



Mohamed Mbougar Sarr s'est vu attribuer, en novembre, le prix Goncourt 2021 pour son roman *La plus secrète mémoire des hommes*.

© BERTRAND GUAY/AFP

de République des savoirs : lettres, sciences, philosophie³, propose d'ailleurs de « compléter les corpus scolaires existants par des œuvres qui connecteraient les enfants avec le monde vivant comme *La Dernière Harde* (1938), où Maurice Genevoix (écrivain entré au Panthéon en 2020, Ndlr) dépeint l'histoire d'une passion entre un chasseur et un cerf ». De *La Part animale* d'Yves Bichet, à *180 Jours* d'Isabelle Sorente en passant par *Le Chant du poulet sous vide* de Lucie Rico, les parutions se multiplient autour de la lutte contre les ravages de l'élevage industriel sur les travailleurs et les animaux, la souffrance animale ou la fragilité des écosystèmes. Même si les écrivains n'ont pas attendu la prise de conscience actuelle pour les évoquer : « *Émile Zola s'en prenait aux violences faites aux bêtes tout comme Romain Gary, qui souhaitait réserver une "marge" aux éléphants et à la nature, estimant que la beauté nous permet de nous ressourcer et que le sauvage a un droit à se développer. Il insistait ainsi sur l'utilité de l'inutilité, dans un monde où il faut être rentable en permanence* », rappelle Anne Simon.

Écrivains et jeux de pouvoir

Dans de nombreux domaines, les écrivains exercent ainsi un pouvoir symbolique. C'est aussi le cas en politique, à travers leurs œuvres et leurs prises de position. Directrice de recherche au Centre européen de sociologie et de science politique de la Sorbonne⁴, Gisèle Sapiro, distingue ainsi « les œuvres qui reproduisent la vision dominante de celles qui la contestent. Mais j'observe aussi la manière dont les œuvres peuvent révéler une violence symbolique qui s'exerce avec la complicité des dominés. L'œuvre d'Annie Ernaux montre ainsi la violence symbolique exercée par l'école et les rapports de classe ».

Le pouvoir symbolique des écrivains s'observe aussi à travers les tentatives de récupération par les pouvoirs politiques, notamment en période de crise. La sociologue s'est intéressée à l'histoire des procès littéraires depuis le début du XIX^e siècle. « *En France, les écrivains ont été aux avant-postes de la défense de la liberté d'expression. Alors qu'il suffisait de représenter un interdit comme l'adultère pour être poursuivi, les écrivains réalistes, Balzac en tête, dénonçaient l'hypocrisie bourgeoise de vouloir cacher des phénomènes qui existent.* » À la Libération, lors des procès d'épuration, les écrivains collaborateurs ont été jugés pour intelligence avec l'ennemi, notamment pour des dénonciations collectives et individuelles. « *La théorie sartrienne d'une responsabilité universelle de l'écrivain, détachée des considérations nationales, est ancrée dans l'expérience de ces procès* », explique Gisèle Sapiro.

Depuis les années 1960, la figure intellectuelle et engagée de l'écrivain a décliné, au profit de celle des philosophes ou spécialistes des sciences humaines comme Michel Foucault

“La fiction permet de nous mettre à distance de la réalité qui nous assaille, de faire des essais de comportements sans en subir les conséquences.”

3. Unité CNRS/ENS-Collège de France. 4. Unité CNRS/EHESS/Université Panthéon-Sorbonne.



© MILAN SZYPURA/HAYTHAM-REA

La romancière indienne Arundhati Roy, après avoir reçu le Booker Prize en 1997 pour son premier livre, s'est consacrée durant vingt ans à plusieurs causes dont l'écologie et les droits humains avant de publier son deuxième roman.

ou Pierre Bourdieu. « *Les résidences d'auteurs et les festivals internationaux de littérature offrent toutefois aux écrivains de nouveaux espaces d'intervention dans la sphère publique, en faveur de la liberté d'expression et des valeurs démocratiques où interviennent des dissident(e)s de leurs pays, comme la Turque Elif Shafak ou l'Indienne Arundhati Roy, qui montrent par ailleurs que la figure de l'écrivain engagé s'est considérablement féminisée* », remarque la sociologue.

Une question de symboles

Les écrivains ont d'ailleurs rejoint les grandes figures politiques du passé dans l'espace mémoriel. Depuis l'émergence d'une politique du patrimoine en France en 1980, la littérature occupe une place grandissante dans les commémorations officielles. « *En 2021, où quatre grands anniversaires ont été célébrés, la littérature s'est taillé la part du lion avec Flaubert, Baudelaire et La Fontaine, le quatrième commémorant Napoléon. Le patriotisme s'est déplacé du côté de la littérature, moins conflictuelle, plus édifiante* », estime Philippe Roussin du Cral.

Une consécration qui n'est pas sans soulever certaines questions. Notamment concernant l'inscription, sur le calendrier des célébrations officielles, de Louis-Ferdinand Céline en 2011 et de Charles Maurras en 2018, condamnés à l'indignité nationale respectivement en 1949 et 1945. « *En menant à une sorte de réhabilitation, ces célébrations manifestent les contradictions de la politique patrimoniale. On ne sait plus si on célèbre la République ou la France. La littérature devient alors l'otage des usages politiques du passé* », explique Philippe Roussin.

On le voit bien, la littérature soulève autant de questions qu'elle apporte de réponses... D'où l'importance de la recherche en ce domaine, à commencer par l'histoire des écrivains, des institutions littéraires ou la **génétique des textes**. Cette dernière méthode compte des enjeux non négligeables. Philippe Roussin prend l'exemple de *Féerie pour une autre fois* de Céline : « *On y retrouve une dizaine d'états successifs du texte. Au fur et à mesure que ses affaires juridiques s'améliorent, l'écrivain passe d'une position d'accusé coupable à une posture d'accusateur innocent.* »

GÉNÉTIQUE DES TEXTES

Méthode d'analyse de documents écrits qui vise à comprendre la genèse d'une œuvre par l'étude des brouillons.

La recherche permet également de comprendre, par exemple, pourquoi le roman est devenu le genre dominant à partir du XIX^e siècle, supplantant ainsi la poésie et le théâtre, ou pourquoi le policier et le fantastique naissent au milieu du même siècle. « *Existe-t-il un lien avec un nouveau type de société ?* », interroge Philippe Roussin. Elle témoigne aussi de la façon dont se déplacent les frontières du dicible dans l'espace public. Ainsi, l'inceste ou le harcèlement, qui relevaient autrefois du domaine privé, se retrouvent aujourd'hui sous le feu des projecteurs.

« *Non seulement la littérature décrit le monde social, mais elle contribue à le transformer : la fiction produit des récits ou des contre-discours, agit sur les lecteurs, les lois et les débats politiques* », insiste Alexandre Gefen du Thalim. Ces dernières années, la recherche sur les textes littéraires s'est progressivement enrichie de nombreuses approches liées à l'histoire matérielle, la réflexion sur le lecteur ou le numérique. Étudier les lettres reste donc essentiel car, « *en entretenant un rapport privilégié au langage, dimension de l'être au monde, la littérature est indissociable du fait humain* », conclut le chercheur. II



« L'activité politique de Proust est indissociable de son activité d'écriture »

Anne Simon, responsable du pôle Proust au sein de l'unité République des savoirs, revient sur l'engagement de l'écrivain dont on commémore cette année le centième anniversaire de la mort.

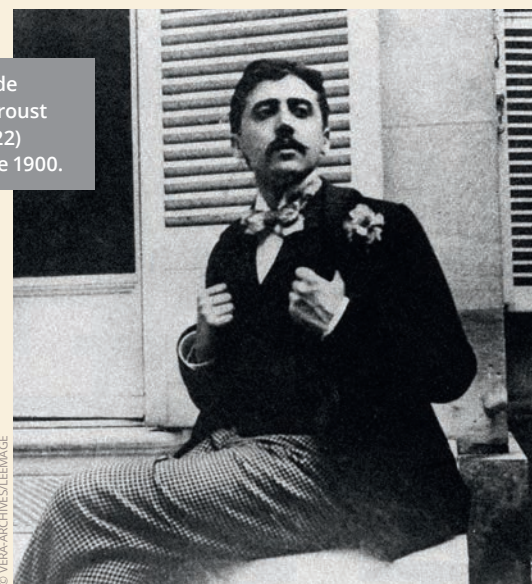
PROPOS RECUEILLIS PAR
FABIEN TRÉCOURT

En 2020, *Le Consentement* de Vanessa Springora a provoqué une onde de choc, ouvrant le débat sur le rapport de notre société à la pédophilie.



© SIMON LAMBERT/HAYTHAM-REA

Portrait de
Marcel Proust
(1871-1922)
autour de 1900.



© VERA-ARCHIVES/LEEMAGE

Proust était un grand romancier, mais en quoi était-il aussi un intellectuel engagé ?

Anne Simon ¹. Il est difficile de faire une différence nette entre les deux, car l'activité politique de Proust est indissociable de son activité d'écriture, interrompue seulement à de rares moments dans sa vie. Au moment de l'affaire Dreyfus par exemple, il est encore un jeune homme d'une vingtaine d'années, inconnu du grand public. En 1898, il signe et diffuse le fameux *Manifeste des intellectuels*, en défense du capitaine Dreyfus injustement accusé de trahison parce qu'il était juif, et de Zola qui vient de publier « J'accuse... ! » dans *L'Aurore*. Cette période correspond à un énorme chantier romanesque resté à l'état de manuscrit, *Jean Santeuil*, qui ne sera publié qu'après la mort de Proust. Le jeune héros est, sur bien des points, un alter ego de Proust : il assiste aux procès, en retranscrit l'ambiance et les enjeux, applaudit les plaidoiries des défenseurs de Dreyfus. Témoigner, honorer, écrire son immense « colère » : *Jean Santeuil*, ce roman avorté, apparaît aujourd'hui comme un « livre noir » de l'affaire Dreyfus.

Comment expliquez-vous sa sensibilité aux discriminations ?

A.S. Proust était lui-même exposé à l'antisémitisme. Sa mère était juive, issue d'une famille très active au sein d'institutions représentatives du judaïsme. De l'autre « côté », le père de Proust était issu d'une famille catholique dont certains membres étaient antisémites. Enfin, Proust était homosexuel, « vice » qui valait alors « opprobre » et « ostracisme », comme il l'écrit dans *Sodome et Gomorrhe* – on ne mesure plus aujourd'hui le courage qu'il lui a fallu pour maintenir ce titre d'un volume de *La Recherche*. Doublement minoritaire, Proust s'est donc retrouvé à la croisée de discriminations diffuses qui se sont alimentées l'une l'autre et qui l'ont rendu attentif à de nombreuses formes d'injustices.

Envisage-t-il l'avènement d'une société moins divisée ?

A.S. Il ne prend pas parti, mais a conscience que son monde change. Dans un passage réjouissant de *À l'ombre des jeunes filles en fleurs*, le narrateur est en villégiature avec sa grand-mère dans une station balnéaire. On y trouve une très ancienne aristocrate, un bâtonnier, un petit hobereau de province, etc. Tous se retrouvent (en tentant de ne pas se mêler) au moment du dîner. Derrière la baie vitrée, des pêcheurs, des ouvriers et des petits-bourgeois se pressent pour voir cette faune étrange. Un écrivain est parmi eux ! Proust le décrit comme un « amateur d'ichtyologie humaine » qui se complaît « à classer » les « vieux monstres » que sont les aristocrates « par race, par caractères innés et aussi par [...] caractères acquis ». L'« aquarium » social est en train de se fissurer, et sa « paroi de verre » pourrait bien exploser – on est à l'époque des révolutions russes de 1905 et de 1917. Non que Proust y adhère, loin de là, mais son monde vacille, et en être le témoin est un enjeu de son œuvre.

¹ Anne Simon est directrice de recherche au sein de République des savoirs : lettres, sciences, philosophie (CNRS/ENS-Collège de France).

L'envolée de la littérature du réel

© CHRISTINE MAVALET

Sorti en janvier, le film *Ouistreham* réalisé par Emmanuel Carrère est l'adaptation d'un ouvrage de Florence Aubenas paru en 2010, résultat d'un travail d'enquête sur le travail précaire.

Si le roman demeure le genre majeur aujourd'hui, il n'en reste pas moins que la littérature dite de « non-fiction » a le vent en poupe. Comme son nom l'indique, elle rassemble les écrits dont les intrigues ne relèvent pas purement de l'imaginaire. « *Elle se développe à travers des collections spécifiques et suscite un accueil grandissant dans les festivals littéraires*, remarque Laurent Demanze, professeur des universités en littérature française du XXI^e siècle et chercheur au laboratoire Arts et pratiques du texte, de l'image, de l'écran et de la scène¹ (Litt&Arts). *L'existence d'événements spécifiques, comme le festival Effractions, qui s'est déroulé en février au Centre Pompidou, à Paris, témoigne de sa vitalité, tandis que la multiplication des travaux de recherche autour de la non-fiction la consacre comme un genre littéraire à part entière.* »

Née dans le champ journalistique et codifiée aux États-Unis au cours des années 1970, cette littérature s'est construite avec des auteurs américains tels que la romancière Joan Didion, le journaliste et écrivain Hunter S. Thompson ou Tom Wolfe. « *Le new journalism américain repose sur l'idée qu'on peut faire du journalisme avec une recherche stylistique et formelle qui rompt avec l'image d'une écriture de l'ordre de l'objectivité, de la transparence ou de l'effacement de soi. Mobiliser la palette esthétique de la littérature permet d'intensifier la puissance de l'information* », observe le chercheur. En France, cette porosité entre les champs journalistique et littéraire peut en

Depuis les années 2000, un courant littéraire prend son essor en France : la non-fiction. Des enquêtes de Florence Aubenas aux polars biographiques d'Emmanuel Carrère, ce genre nous permet de saisir le réel et de nous immerger dans les réalités sociétales et politiques.

revanche être considérée comme un retour aux sources. En effet, Marie-Eve Thérénty, spécialiste de littérature du XIX^e siècle, a montré que les deux disciplines, qui se confondaient alors, se sont séparées progressivement au début du XX^e siècle, avant que le journalisme ne remobilise les outils littéraires depuis une vingtaine d'années.

Journalisme gonzo et roman documentaire

L'audience croissante pour la non-fiction a notamment été rendue possible par des mooks tels que *Feuilleton* – développé par Adrien Bosc aux Éditions du Sous-sol – qui a mis en dialogue journalisme littéraire à la française et non-fiction anglo-saxonne, avec un travail d'adaptation et d'appropriation de cette tradition. Ainsi, avant de devenir un écrivain majeur de non-fiction française, Philippe Vasset

1. Unité CNRS/Université Grenoble Alpes.



Florence Aubenas a participé au Festival Effraction lors de sa deuxième édition du 25 février au 1^{er} mars 2021.

© HERVE VERONISE

a d'abord été un grand lecteur de journalisme gonzo (« ultra-subjectif ») américain.

Emmanuel Carrère revendique de son côté la non-fiction américaine comme l'un des pivots de son écriture. « Après avoir navigué dans une littérature romanesque nourrie de Vladimir Nabokov ou de Philippe K. Dick, l'écrivain français a complètement basculé, avec *L'Adversaire*, dans une littérature de non-fiction qu'il qualifie de roman documentaire, remarque Laurent Demanze. Il sollicite ainsi la figure essentielle de Truman Capote comme puissance d'identification car, comme l'auteur américain, Carrère travaille autour d'un fait divers et essaye d'y trouver sa place avec un travail d'immersion. Mais il s'avère dans le même temps être un contre-modèle. En effet, Carrère tient à montrer que, si Truman Capote s'efface complètement dans son roman *De sang-froid*, lui se montre particulièrement soucieux de se marquer à l'intérieur de son récit, pour des raisons à la fois éthiques et esthétiques. »

Pour Carrère, la non-fiction est une manière de « faire effraction dans le réel ». Alexandre Gefen, directeur de recherche au laboratoire Théorie et histoire des arts et des littératures de la modernité² (Thalim), estime que cet élargissement de la définition de la littérature lui donne un nouveau pouvoir : elle n'est alors plus seulement un espace de transformation symbolique de nos représentations mais un lieu pour être en prise avec le monde, avec une capacité plus forte d'agir sur le réel.

Moment d'interférence entre les champs

Pourquoi cet engouement pour le vrai ? « Il y a sans doute un désir de comprendre le réel couplé à une certaine insatisfaction face à des propositions journalistiques insuffisamment fouillées, des formats trop brefs puisant beaucoup dans l'information en continu ou les dépêches d'agences de presse. Une réalité qui s'explique par les difficultés économiques que rencontre l'édition journalistique », selon Laurent Demanze. Le livre, en tant que support long format, permet de proposer un journalisme d'immersion mêlant une richesse esthétique avec une restitution de complexité. « Ce qu'a

réalisé Florence Aubenas dans *Le Quai de Ouistreham ou L'Inconnu de la poste*, elle n'aurait pas pu le faire dans la presse », estime le chercheur. Outre les livres, les mooks comme *XXI* ou *Feuilleton* se révèlent d'excellents supports pour des reportages long format et un lieu de circulation et d'hybridité disciplinaire.

Ce dernier élément est à prendre en compte dans le développement de la non-fiction. « On considère aujourd'hui avec beaucoup de méfiance ce qui relève d'un cloisonnement disciplinaire, rappelle Laurent Demanze. Après une autonomisation des champs disciplinaires à la fin du XIX^e siècle et au début du XX^e siècle, on revient, depuis les années 1980, vers plus de transdisciplinarité et d'indisciplinarité. L'historien des idées Pierre Lassave parle d'un « moment d'interférence » entre les champs. Écrire à la lisière des disciplines ne signifie pas seulement croiser ces dernières mais aller au contact du champ de l'autre pour questionner sa propre approche. L'anthropologue Éric Chauvier, dans *Anthropologie de l'ordinaire*, sollicite par exemple Nathalie Sarraute comme un véritable modèle dans sa manière d'interroger l'infra-discours, à savoir sa propre pratique de l'entretien anthropologique. » Les historiens, les géographes et les sociologues reconnaissent à la littérature une puissance cognitive. L'essayiste Dominique Viart la considère comme une « partenaire d'élucidation », qui permet aux chercheurs en sciences humaines d'amplifier leurs capacités épistémologiques à interroger le monde.

Travail de liaison démocratique

La non-fiction repose également sur une exigence politique et éthique. « Alors qu'on entend beaucoup parler des infox, ...

Pour Emmanuel Carrère, la non-fiction permet de « faire effraction dans le réel ».



© ALBERTO CRISTOFARI/CONTRASTO/REA

2. Unité CNRS/Université Sorbonne Nouvelle.

« La puissance comique de Molière continue de produire ses effets »

Quelle est l'ampleur du phénomène Molière ?

Georges Forestier¹. Quelle que soit la ville, quel que soit le théâtre, Molière est omniprésent dans notre pays. Depuis 1680, date de sa création, la Comédie française tient un registre qui indique pour chaque représentation la distribution, les recettes, la part financière gagnée par chaque acteur, etc. Celui-ci montre que Molière est l'auteur de comédie le plus joué, et de très loin. Il a été dépassé une seule fois en nombre de représentations et pendant une vingtaine d'années par Voltaire au XVIII^e siècle. Enfin, il est encore aujourd'hui l'auteur français de comédie le plus joué à l'étranger.

Comment expliquer ce succès persistant, sans commune mesure avec celui de Racine par exemple ?

G. F. Molière est perçu comme un auteur populaire par opposition à un théâtre jugé plus élitiste qui met en scène des passions dans une langue poétique, comme celui de Racine. Cette opposition n'existait pas au XVII^e siècle. Molière et Racine s'adressaient au même public, celui de Molière comptant sans doute un peu plus de « *marchands de la rue Saint-Denis* », expression par laquelle on désignait la bourgeoisie des commerçants et des maîtres-artisans, ceux qui constituaient « le peuple » à l'époque, car le petit peuple n'avait pas les moyens de fréquenter le théâtre. L'engouement qui entoure le 400^e anniversaire de la naissance de Jean-Baptiste Poquelin est d'ailleurs sans commune mesure avec l'intérêt qu'a suscité le 300^e anniversaire de la mort de Jean Racine en 1999.

Aujourd'hui encore, il est l'un des auteurs français de comédie les plus joués au monde. À l'occasion du 400^e anniversaire de la naissance de Molière, Georges Forestier, historien de la littérature et fondateur du Théâtre Molière Sorbonne, nous explique les secrets de cette exceptionnelle longévité.

PROPOS RECUEILLIS PAR BRIGITTE PERUCCA

Édition bilingue (français et anglais) des œuvres de Molière datant de 1732, conservée à la bibliothèque de la Comédie Française à Paris.



La comédie l'emporte-t-elle sur la tragédie ?

G. F. Deux raisons expliquent à mon sens l'exceptionnelle longévité de Molière. La première tient dans sa façon d'avoir mis en scène les comportements de ses contemporains. Qu'il s'agisse des *Précieuses Ridicules* ou du *Misanthrope* qui moquent la culture mondaine du XVII^e siècle, de *L'École des femmes* qui caricature le bourgeois rétrograde aveugle sur le monde et sur lui-même, des *Femmes savantes*, ces pédantes qui se sentent supérieures parce qu'elles cultivent un savoir spécialisé, du *Bourgeois gentil-homme* qui croit que l'argent donne accès à tout, la plupart des figures du théâtre de Molière pointent des défauts que l'on retrouve à tous les temps et à toutes les époques. À travers ces personnages archétypaux, Molière pointe les fondamentaux anthropologiques de l'humanité. La seconde raison tient à la puissance

© BERTRAND GUAY/ASP

¹. Professeur émérite de littérature française à la Faculté des lettres de Sorbonne Université, il a notamment dirigé le Centre d'étude de la langue et des littératures françaises (Cellf - CNRS/Sorbonne Université).

comique de cet auteur : Molière est un humoriste. Sa grande originalité est de moquer les tics comportementaux et les valeurs de ses contemporains en provoquant le rire. Et il ne se contente pas de quelques saynètes, il inscrit tout cela dans des intrigues et des histoires fortes. On peut même parler avec le triomphe des *Précieuses Ridicules* de révolution comique, perçue comme telle de son vivant. Le théâtre classique, le théâtre en vers s'est éloigné de nous tandis que la puissance comique de Molière continue de produire ses effets.

Molière est-il l'incarnation de la France ?

G. F. Je suis toujours embarrassé par cette question. Le concept même de « langue de Molière » comme synonyme du français est une invention de la deuxième moitié du XIX^e siècle, et plus précisément de la période qui suit la débâcle de 1870. C'est à cette époque, en quête d'une identité française et républicaine, que l'on invente le Molière populaire, incarnation de l'esprit gaulois, qu'on le transforme en victime de la monarchie alors qu'il a été protégé, ou encore qu'on le présente souffrant des infidélités de sa femme, ce qui est loin d'être le cas. Le patriotisme ambiant réécrit l'histoire. Molière serait le représentant d'une tradition française qui remonterait au Moyen Âge. La vérité est que Molière n'a jamais souffert d'ostracismes dans son pays. Il a été traduit de son vivant en anglais, en italien, en espagnol, en allemand... Son rayonnement était extraordinaire. Je ne sais pas si Molière incarne la France mais son talent a été reconnu aussitôt à une échelle internationale. II

La revue *Feuilleton*, lancée en 2011 par deux écrivains Gérard Berreby (à g.) et Adrien Bosc (à dr.), se situe à mi-chemin entre journalisme et littérature.



...

d'une crise démocratique et de difficultés à se sentir appartenir à un même espace commun, la non-fiction nous confronte à des expériences de vie, hors de nos expériences cloisonnées dans notre petit espace socioprofessionnel et familial. En ce sens, elle peut prendre la forme de recueils de témoignages – ce que la doctorante Maud Lecacheur, au Centre d'études et de recherches comparées sur la création, désigne sous l'appellation de "livres de" qui ont vocation à effectuer un travail de liaison démocratique. » Les exemples sont nombreux : les livres de Jean Hatzfeld sur le génocide au Rwanda, celui de François Bon autour des fermetures d'usine Daewoo, Sophie Divry à la rencontre de « gilets jaunes » mutilés dans *Cinq mains coupées*, Violaine Schwartz sur le sort fait aux migrants dans *Papiers*...

Enfin, l'intérêt porté au document et à l'archive accompagne l'attrait pour la non-fiction. D'abord, par leur potentialité plastique. « *On peut les exposer car ils donnent à voir. L'historien Philippe Artières, par exemple, travaille beaucoup avec des centres d'art. Son livre Histoire(s) de René L., à paraître en mars, s'accompagnera d'une exposition au Mucem* », précise Laurent Demanze. Documents et archives ont aussi la capacité de produire un effet de réel immédiat, suscitant parfois un sentiment d'attestation. Enfin, ils sont un support à l'imagination. « *Les archives sont souvent lacunaires. En non-fiction, leur matérialité manquante suscite un effet romanesque. On s'interroge sur ce qu'a pu faire le personnage dans les interstices de ces lacunes, telle une micro-fiction entre parenthèses.* »

Dans *Le dossier sauvage*, Philippe Artières imagine qu'il découvre un dossier d'archives laissé par Michel Foucault. « *Si les archives sont bien réelles, l'historien rappelle bien au lecteur que ce dossier n'a jamais été constitué, et que cette part fictive est une manière de nous demander ce qu'aurait dit Foucault sur notre monde contemporain à partir de ces archives, analyse Laurent Demanze. S'il joue ici avec une histoire contre-factuelle, il reste fidèle au contrat de vérité qui caractérise la non-fiction.* » II

Pour en savoir plus

Plateforme Molière 2022 sur
 >> <https://moliere2022.org/>

+ Retrouvez tous nos contenus consacrés à la recherche sur la littérature sur notre dossier en ligne : cnrslejournal.fr/litterature

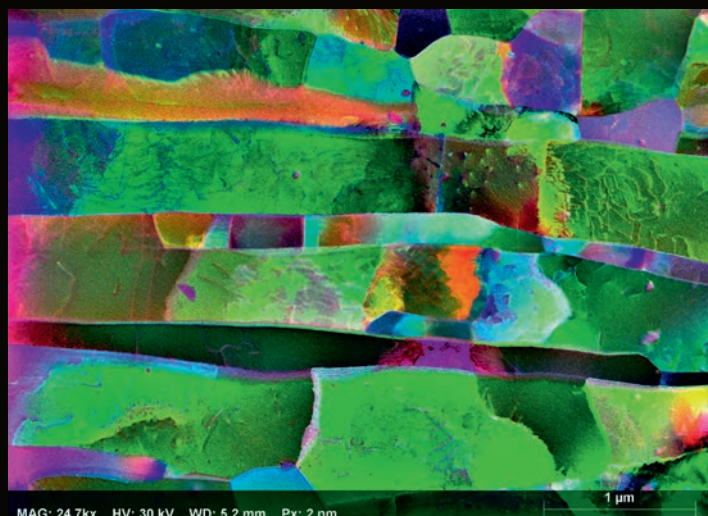


La mécanique comme vous ne l'avez jamais vue



Avec le concours de photos MécaPixel, l'Institut des sciences de l'ingénierie et des systèmes du CNRS dévoile un autre regard sur les sciences de la mécanique. Les trois clichés lauréats seront distingués lors d'un colloque organisé le 1^{er} juin à l'Académie des sciences, à Paris.

PAR LA RÉDACTION



Acier couché

Cette palette de couleurs, qui ne dépareillerait pas au milieu des œuvres d'art d'une galerie, représente en fait la déformation d'un acier à l'échelle du micromètre (10^{-6} m). Les grains de matière se sont allongés à l'horizontale, finissant par se fragmenter... ce qui, paradoxalement, augmente la résistance du matériau et retarde sa rupture. Des expériences précieuses pour améliorer les matériaux de nos véhicules. © Clément Ernould, LEM3

Beignet d'eau

Par Poséidon ! Des chercheurs ont créé des anneaux d'eau, comme celui que l'on voit au centre du disque gris. Ce dernier est un « substrat superhydrophobe », c'est-à-dire une surface sur laquelle l'eau n'adhère quasiment pas, à l'image d'une feuille de lotus. Ce beignet aquatique constitue un outil unique pour étudier les ondes les plus complexes.

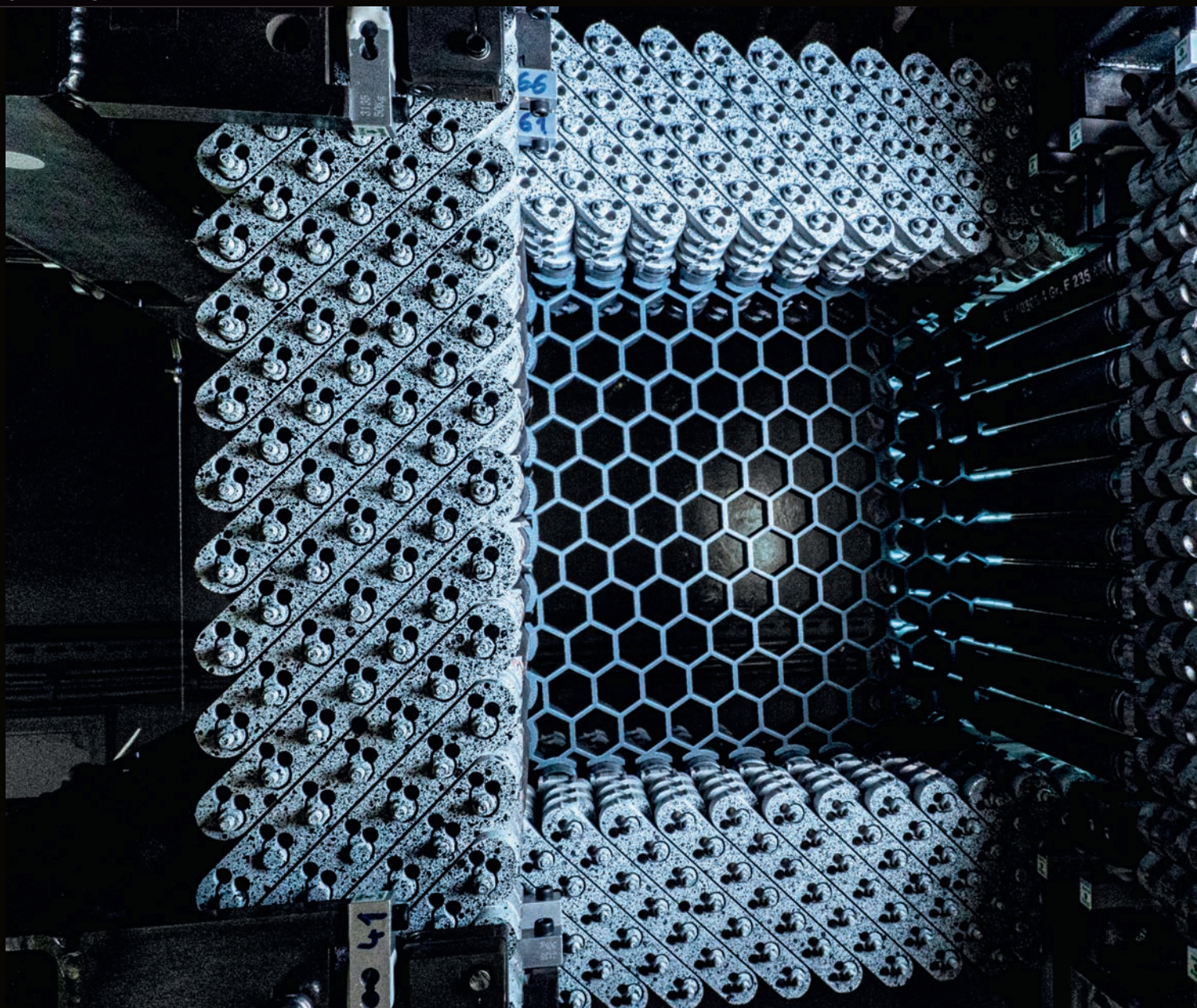
© Filip Novkoski, MSC

Cœur de feu

Une flamme esquissant un cœur, quoi de plus logique ? Derrière ses atours romantiques, cette flamme issue de la combustion d'hydrogène permet aux scientifiques d'étudier différents mécanismes de stabilisation des flammes, avec des applications allant des fournaies aux turbines utilisées dans l'aéronautique.

© Sylvain Marragou et
Hervé Magnes, IMFT





Sous contrainte

Dans les laboratoires, les pièces automobiles sont soumises à rude épreuve. Objectif : prévoir la manière dont elles vont évoluer au fil du temps. Cette image révèle les contraintes exercées sur une pièce soumise à un chargement cyclique. On y voit des variations extrêmement faibles de température : 0,05 °C maximum sur cette image !

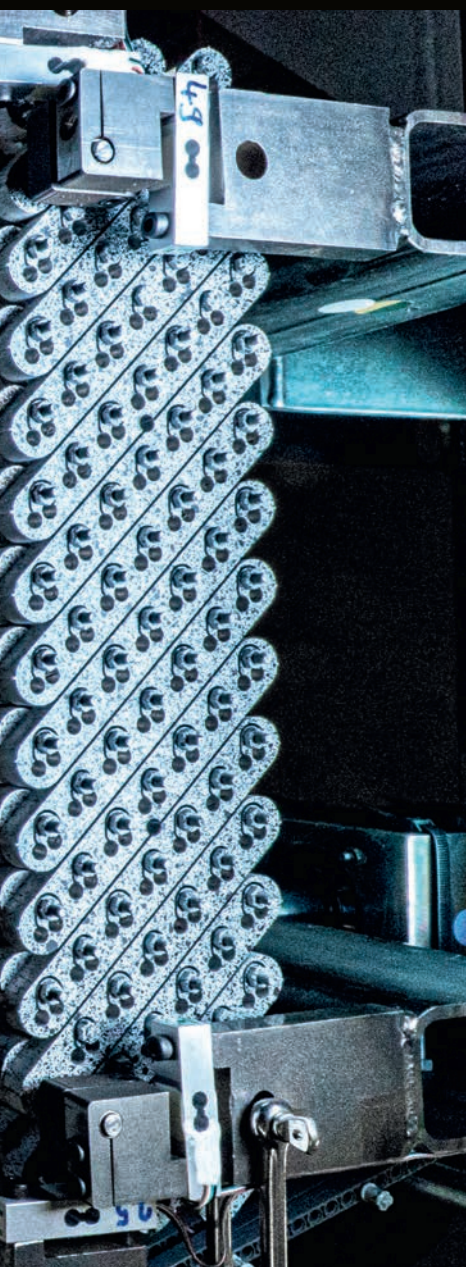
© Vincent Le Saux, IRDL



Fantôme d'aorte

Plus grosse artère du corps humain, l'aorte n'a pas livré tous ses secrets. Des chercheurs en ont donc fait une réplique grandeur nature, en silicone, qu'ils appellent malicieusement « fantôme d'aorte ». Elle est la pièce maîtresse de ce dispositif reproduisant les écoulements sanguins et permettant de les visualiser grâce à un laser vert.

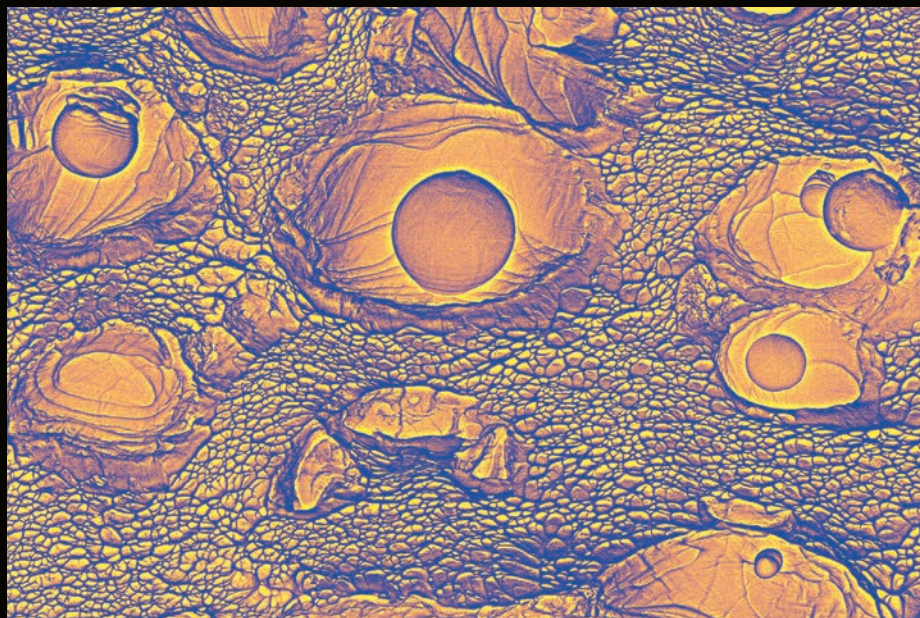
© Anaïs Moravia, LMFA



Réseau nid-d'abeilles

Cette machine aux airs futuristes permet de mesurer les propriétés de matériaux innovants, dits « architecturés » car leur structure leur confère des propriétés mécaniques remarquables. Sur cette image, un réseau de cellules hexagonales, formant un nid d'abeilles artificiel, très utilisé dans l'aéronautique, est soumis à l'examen.

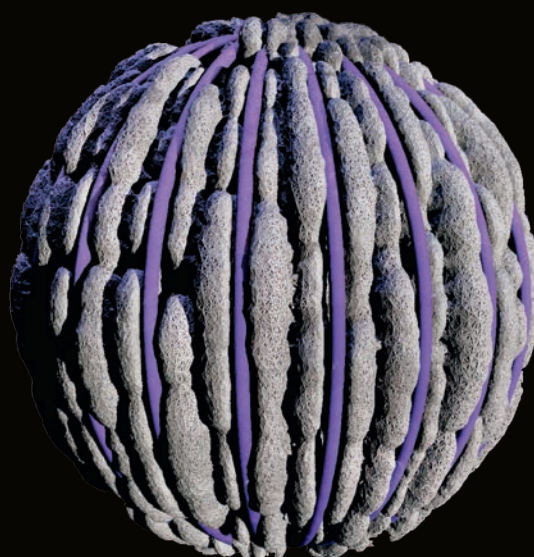
© Maxence Wangermez et Martin Poncelet, LMT



Rupture de titane

Ce paysage lunaire est celui d'une rupture. De la rupture d'une pièce de titane plus exactement, étudiée avec attention par les scientifiques qui veulent en comprendre les causes. L'énigme a été résolue : les « cratères » révèlent en fait des grains de poudre métallique qui n'ont pas fondu durant la fabrication de la pièce, devenant les talons d'Achille de la pièce.

© Hamza Jabir, PIMM



Rond de flamme

Qui pourrait penser que cette boule qui semble figée dans la cendre est en fait une flamme ? Enfin... plus précisément, la simulation d'une flamme de 5 mètres de diamètre (en gris) se propageant au milieu d'obstacles (les arcs violets). But de l'opération : imaginer, pour les sites industriels, des designs ralentissant les flammes et limitant ainsi les risques d'explosion dévastatrice.

© Julien Reveillon, Coria





Spirale tatouée

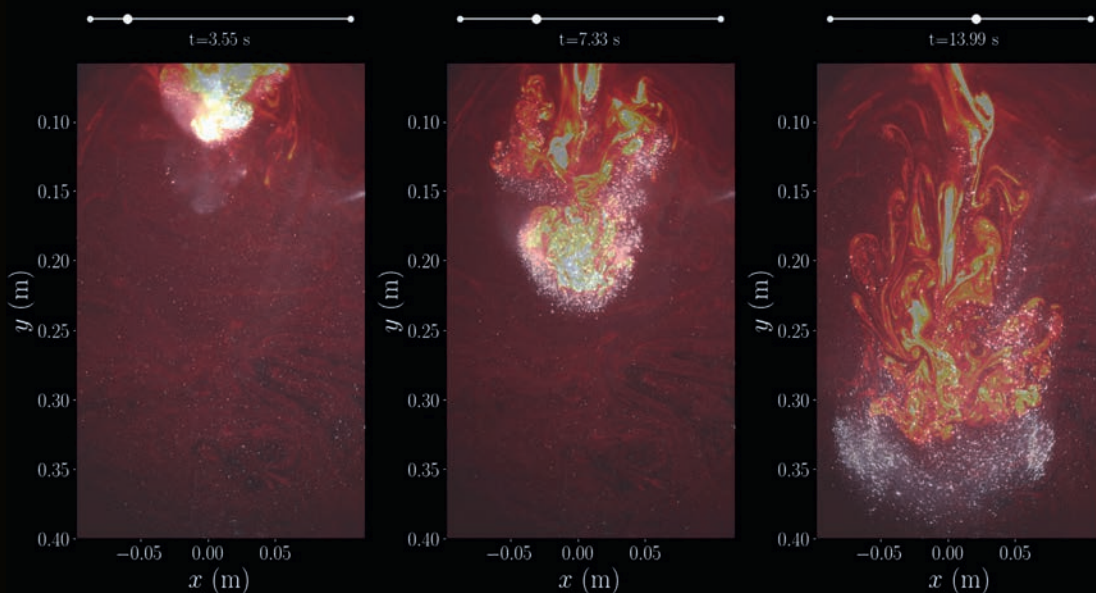
Cette spirale, qui ne mesure que quelques dizaines de micromètres, a été reproduite à la surface d'un verre métallique – un alliage aux propriétés exceptionnelles – grâce au procédé de thermoformage. Les fissures proviennent de la rupture du moule lors de l'essai et ont été « tatouées » en même temps que la spirale !

© Loïcia Gaudillière, SIMaP

Neige de fer

Comment expliquer que des petites planètes telluriques aient un champ magnétique ? Les scientifiques tiennent un suspect : la neige de fer. Pour modéliser le phénomène selon lequel du fer solide s'écoulerait vers le centre du noyau liquide de ces planètes, ils ont étudié la chute de billes dans de l'eau. Verdict : cela provoquerait bien des turbulences potentiellement à l'origine d'un champ magnétique !

© Quentin Kriaa, IRPHE





L'importun et la bulle

Quand des bulles de savon s'assemblent, l'architecture de la mousse obéit à des règles précises. Mais que se passe-t-il si on y ajoute un intrus, comme la lamelle élastique introduite en haut de cette colonne de bulles ? Eh bien la forme et la couleur caractéristique des bulles, visible en bas de la structure, changent radicalement. Et tout dépend alors des propriétés de l'importun...

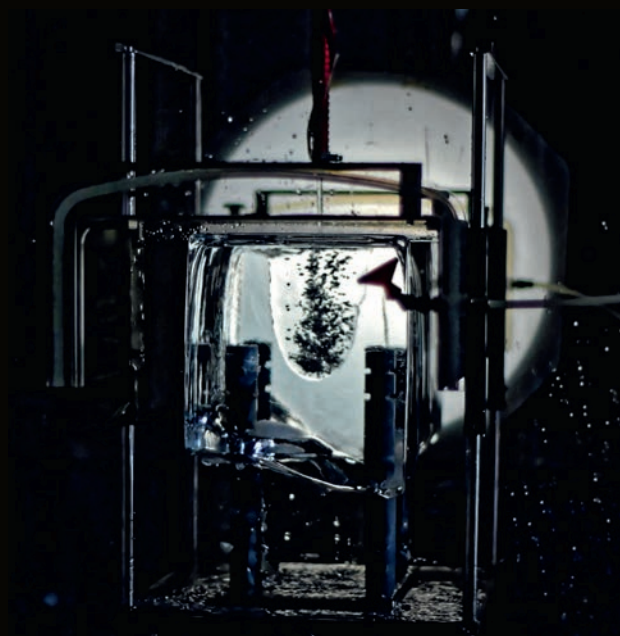
© Aurélie Hourlier-Fargette et Manon Jouanlanne, ICS



Glaçon échaudé

Objectif de l'expérience : simuler l'impact d'un jet de métal liquide sur la paroi d'un réacteur lors d'un accident nucléaire grave. Dans cette maquette, un jet d'eau chaude vient cogner un glaçon transparent. En suivant la forme et l'évolution de la cavité au fil du temps, les chercheurs peuvent identifier l'option qui permet le mieux de ralentir la fusion au cœur du réacteur.

© Antoine Avrit, LEMTA



Rotor retors

Née de la superposition de 200 photos d'un rotor prises au cours d'une même expérience, cette image révèle la déformation des deux pales flexibles provoquée par des écoulements liquides. À la clef de cette étude, de possibles améliorations pour les hydroliennes ou les drones sous-marins.

© Ahmed Eldemerdash, IRPHE



L'Afrique, un continent pour la recherche

INTERNATIONAL Via son plan pluriannuel de coopérations avec l'Afrique, le CNRS affirme sa volonté de renforcer et étendre ses collaborations avec les pays du continent.

DOSSIER RÉALISÉ PAR SOPHIE FÉLIX ET LAURE CAILLOCE

Fruit d'une coopération entre la France et le Zimbabwe, le programme Matobart étudie l'art rupestre de l'ouest du pays.

Une coconstruction pour des relations fortes, durables et équitables, voilà ce que propose le premier plan pluriannuel de coopérations du CNRS avec l'Afrique. « *Un investissement supplémentaire est nécessaire pour apporter des réponses aux enjeux auxquels nos sociétés doivent faire face. Le CNRS et ses partenaires africains sont convaincus de l'urgence de cette démarche concertée* », affirme Antoine Petit, président-directeur général de l'organisme.

Le CNRS incite et soutient déjà de nombreuses activités de recherche en Afrique, avec près de 50 dispositifs opérés sur le continent en 2021, dont plusieurs International Research Laboratories ou Networks. L'organisme dispose aussi du réseau des unités mixtes des instituts français de recherche à l'étranger (Umifre)¹ en sciences humaines et sociales, implantées dans 8 pays (Tunisie, Maroc, Égypte, Soudan, Kenya, Éthiopie, Nigeria, Afrique du Sud) et d'un bureau régional pour l'Afrique australe, établi en Afrique du Sud², élément clé de la coopération avec des acteurs académiques très dynamiques. Les pays francophones, comme ceux du Maghreb et de l'Afrique de l'Ouest, ainsi que l'Afrique du Sud concentrent les coopérations institutionnelles.

Un premier appel à projets en 2021

Les pays anglophones d'Afrique de l'Ouest et d'Afrique de l'Est restent globalement moins investis par les communautés scientifiques françaises, notamment sur le plan des collaborations institutionnelles. Les principaux pays publiant de ces régions (Ghana et Nigeria à l'ouest, Kenya et Ouganda à l'est) travaillent d'ailleurs peu avec la France.

...

1. Sous la cotutelle du ministère français de l'Europe et des Affaires étrangères (MEAE) et du CNRS. 2. Mutualisé avec l'Institut de recherche pour le développement (IRD) depuis 2011 et le Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (Cirad) depuis 2015.

Théorie des nombres et cryptographie au Sénégal

Déjà très active dans le réseau Cimpa¹, qui promeut la recherche en mathématiques dans les pays en développement, Cécile Armana a vu dans l'appel à projets du CNRS l'occasion de concrétiser une envie : organiser des formations de haut niveau à la recherche en maths au Sénégal, sous la forme d'écoles. « Ces sessions de trois semaines permettent de réunir à chaque fois une quarantaine d'étudiants et de chercheurs du Sénégal, mais aussi des pays voisins, afin de consolider leurs connaissances en théorie des nombres et en cryptographie », explique cette chercheuse au Laboratoire de mathématiques de Besançon².

Pour mener à bien ce projet, elle s'est associée à Bernadette Faye, enseignante-chercheuse à l'université Gaston Berger du Sénégal, qui s'est notamment chargée de l'organisation sur place des deux premières sessions, la troisième étant programmée à l'été 2022. « Ces écoles permettent d'initier les jeunes à des notions qu'ils n'ont parfois jamais étudiées dans leur parcours supérieur et qui leur seront indispensables s'ils veulent poursuivre en doctorat, s'enthousiasme la mathématicienne. L'une des trois semaines est d'ailleurs consacrée à l'apprentissage du logiciel Sage, très utilisé en recherche mathématique. Le programme facilite également la collaboration entre scientifiques africains. Nous avons en effet peu d'occasions de nous rencontrer en temps normal : les déplacements au sein du continent coûtent cher et les financements manquent. » L.C.

1. Le Centre international de mathématiques pures et appliquées, organisation à but non lucratif, a été fondé en France en 1978. 2. Unité CNRS/COMUE Université Bourgogne Franche-Comté.



compte de la pluralité des situations, la stratégie sera différenciée en fonction des zones géographiques. Les pays d'Afrique du Nord comptent déjà parmi les partenaires euro-méditerranéens les plus proches du CNRS : la priorité ici sera donc au renforcement des collaborations – dispositifs institutionnels, mobilité, formation de doctorants et doctorantes, etc. – et donc à l'accroissement des productions scientifiques communes.

Une stratégie région par région

En Afrique subsaharienne, « notre volonté est d'initier, de renforcer et de renouveler les approches terrain au profit de partenariats équitables », indique Christelle Roy, directrice Europe de la recherche et coopération internationale (Derci) du CNRS, qui a supervisé la création du plan pluriannuel. Les collaborations devront se fonder sur « une réelle coconstruction des problématiques » en termes de formation, de recherche et d'innovation. Elles s'appuieront sur des approches régionales concertées, afin de s'inscrire dans la stratégie portée par l'Union africaine qui promeut les synergies entre pays frontaliers.

Le projet d'écoles de mathématiques au Sénégal, porté par les mathématiciennes Cécile Armana du Laboratoire de mathématiques de Besançon³ et Bernadette Faye de l'université Gaston Berger au Sénégal (voir encadré ci-dessus), illustre parfaitement cette philosophie : « Ces sessions de formation de trois semaines sont centrées sur la théorie des nombres et son pendant plus "appliqué", la cryptographie, explique la chercheuse sénégalaise.

3. Unité CNRS/COMUE Université Bourgogne Franche-Comté.

Avec un double enjeu, académique bien sûr, mais aussi d'innovation, puisque beaucoup de nos étudiants en master iront travailler dans les entreprises de la tech africaine. »

Avec la qualité de sa production scientifique internationalement reconnue et ses forts liens déjà existants avec le CNRS, l'Afrique du Sud occupe, quant à elle, une place « privilégiée et spéciale », détaille la directrice de la Derci. L'objectif s'inscrit ici dans une logique de renforcement des coopérations existantes en physique et chimie, sciences de l'Univers, écologie, biologie ou encore mathématiques. Un partenariat stratégique a d'ailleurs été initié en 2019 avec l'université du Witwatersrand de Johannesburg, classée première université africaine, à travers un PhD Joint Program donnant aux doctorants et doctorantes la possibilité de mener leurs recherches à la fois en Afrique du Sud et en France. S'y ajoute un accord-cadre conférant aux chercheurs et chercheuses CNRS un statut de « chercheur associé » durant leurs séjours.

« Ce partenariat donne au CNRS une plus grande visibilité et un rayonnement plus large au sein du réseau africain et international de l'université du Witwatersrand. Il permet donc d'avoir une meilleure vision des coopérations potentielles, notamment en Afrique de l'Ouest », précise Christelle Roy. Des programmes similaires pourraient voir le jour avec d'autres partenaires d'excellence du continent pour ren-

“Nous sommes à un moment historique pour repenser la manière dont les acteurs internationaux interviennent en Afrique.”

YVONNE MBURU, CONSEIL AFRIQUE-CNRS

forcer la participation du CNRS dans la formation des étudiants et des étudiantes mais aussi des personnels, et pour inciter à davantage de mobilité et d'échanges.

Propriété intellectuelle et protection des données

Faciliter la venue en France des chercheuses et chercheurs africains est un autre enjeu fort, que rappellent les scientifiques français déjà impliqués dans des coopérations avec l'Afrique. « Les confrères africains sont encore trop souvent en butte à des refus de visas et ce même lorsque le projet a l'appui du conseiller culturel de l'Ambassade », souligne le géologue Olivier Vanderhaeghe du laboratoire Géosciences environnement Toulouse⁴, qui a vu plusieurs de ses collègues empêchés de participer à un workshop qu'il organisait à Toulouse en décembre dernier. ...

Fouilles sur l'enceinte précoloniale de Loropeni, au Burkina Faso.



4. GET (CNRS/ Centre national d'études spatiales/Institut de recherche pour le développement/Université Toulouse-Paul Sabatier).

...

Comme pour toutes les coopérations internationales, l'ouverture et la transparence, notamment sur les questions de propriété intellectuelle et de protection des données, seront indispensables. La stratégie a ainsi déjà été présentée lors du Forum scientifique Afrique du Sud en décembre 2021, afin de recueillir d'éventuels conseils et remarques.

Des disciplines variées

« La reconnaissance institutionnelle et le soutien financier du CNRS nous ont permis de développer un véritable échange, riche et interdisciplinaire, avec nos collègues du Botswana dès la première coopération », témoigne Laurent Bruxelles, géomorphologue au laboratoire Traces⁵ et un des lauréats de l'appel à propositions de 2021. Sa quête de possibles « berceaux » de l'humanité dans les grottes à fossiles du Botswana intéresse de près le gouvernement botswanais, notamment afin de développer un tourisme culturel. L'équipe, composée de 8 Français et 19 Botswanais, a pu lancer un chantier de prospection et des actions de médiation scientifique et de formation mutuelle, en lien avec le Botswana National Museum. Un partenariat qui profite à tous, selon Laurent Bruxelles. « Les Botswanais ont développé une véritable expertise dans la recherche de cavités et des méthodes uniques dont ils nous font profiter », raconte le chercheur, qui voit dans le plan de coopération avec l'Afrique « un gage de confiance qui nous permet d'inscrire dans la durée ces relations fondamentales pour notre travail ».

Géologie profonde au Tchad et au Cameroun



Mission géologique au Cameroun.

Le plan pluriannuel souhaite ainsi tirer parti de coopérations riches, tant en termes de diversité des pays impliqués que de pluralité des domaines scientifiques abordés. Les thématiques couvriront des champs disciplinaires allant de recherches très en amont à leurs applications, mais aussi hautement interdisciplinaires avec les grands défis que relèvent les pays africains, comme l'immunologie, l'eau ou l'agriculture. La dimension innovation ne sera pas oubliée, avec des laboratoires communs ou le financement de recherches pouvant mener à la création de start-up. « La complexité des enjeux et la nécessité de les appréhender par des approches plurielles, systémiques et pluridisciplinaires font du CNRS un partenaire de tout premier plan », certifie Alain Schuhl.

Le CNRS appelle également à privilégier une approche concertée. La stratégie a donc fait l'objet de discussions avec ses partenaires de recherche, des établissements de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation déjà fortement impliqués en Afrique,

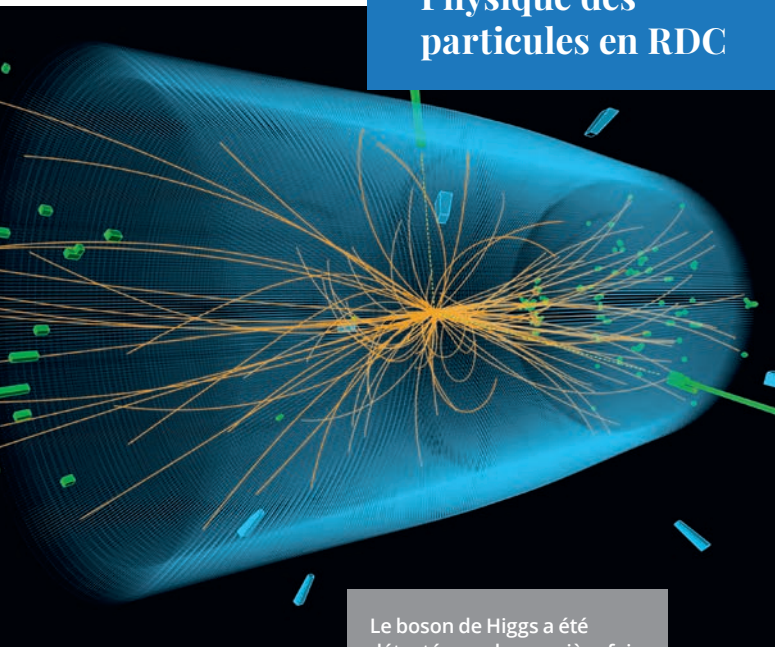
La façon dont s'est formée la croûte terrestre continentale reste en partie un mystère pour les géologues, la tectonique des plaques n'ayant pas toujours été le seul mécanisme à l'œuvre. Pour mieux comprendre la façon dont le magma a été extrait du manteau pour constituer cette croûte continentale, des géologues du laboratoire Géosciences environnement Toulouse¹ se sont associés à une quinzaine de chercheurs tchadiens et camerounais. Leur objet d'étude : la ceinture orogénique d'Afrique centrale, ancienne chaîne de montagne apparue il y a 650 à 550 millions d'années. Pas besoin de forages profonds pour cela : « Des roches affleurantes ramassées à la main livrent de précieuses indications sur la chimie du manteau se trouvant sous la croûte », raconte Olivier Vanderhaeghe, qui a réuni en décembre à Toulouse une dizaine de jeunes scientifiques africains venus avec les précieux échantillons dans leur valise.

« Pouvoir les associer sur un même projet était capital pour favoriser les collaborations entre des chercheurs qui, pour la plupart, ne s'étaient jamais rencontrés », témoigne le géologue, qui poursuit un but ultime à travers ces échanges : « Contribuer à l'amélioration des connaissances en géologie et donner à l'Afrique les armes pour faire face aux enjeux de l'exploitation des ressources minières dans le cadre de la transition énergétique, du changement climatique et du développement durable. » L.C.

1. Unité CNRS/Centre national d'études spatiales/Institut de recherche pour le développement/Université Toulouse-Paul Sabatier.

5. Travaux et recherches archéologiques sur les cultures, les espaces et les sociétés (CNRS/Ministère de la Culture/Université Toulouse-Jean Jaurès).

Physique des particules en RDC



Le boson de Higgs a été détecté pour la première fois au Cern en 2012.

comme l'Institut de recherche pour le développement (IRD), le Cirad⁶, des universités ou encore l'Académie des sciences. Les discussions vont se poursuivre également avec l'Agence nationale de la recherche, les ministères concernés, le réseau des attachés de coopérations scientifiques et universitaires des ambassades (Acsu) et des partenaires du monde socio-économique.

Un cadre européen

« Nous avons une politique de coconstruction avec le CNRS », confirme Jeanick Brisswalter, président de l'université Côte d'Azur. Dans le cadre de son Idex (Initiative d'excellence), l'université met en place une « action internationale vers le Sud », notamment sur des zones d'intérêt commun avec le CNRS, en Afrique subsaharienne et centrale anglophones. L'objectif est de construire un hub de recherche avec également l'IRD, d'abord au Kenya puis en élargissant, sur des thématiques comme les études migratoires, l'archéologie, les observations astrophysiques ou encore les mathématiques. Le CNRS et l'université Côte d'Azur vont donc mettre en commun leurs outils pour valoriser au mieux leur stratégie internationale et notamment augmenter les mobilités entrantes et sortantes de ces régions. « Travailler avec les pays africains nous permet d'ouvrir nos thématiques de recherche et de profiter de scientifiques de très haut niveau sur ces nouveaux sujets. En retour, nous espérons faire monter en compétences les partenaires

C'est avec un projet franco-congolais centré sur la recherche de bosons de Higgs exotiques, de possibles cousins chargés électriquement de la particule détectée pour la première fois en 2012 au LHC (Large Hadron Collider), que Steve Muanza a décroché un financement dans le cadre de la coopération CNRS-Afrique. L'objectif de ce chercheur du Centre de physique des particules de Marseille¹ : former une étudiante ou un étudiant de l'université de Kinshasa à la physique des particules, à l'occasion de son stage de recherche en master 2. Pas question pour le moment de participer à des expériences de détection, la future « usine à bosons de Higgs » du Cern² n'étant pas encore construite. L'étudiant coencadré par Steve Muanza et un professeur de l'université de Kinshasa utilisera pour traquer ces cousins du Higgs des générateurs Monte-Carlo d'événements – des modèles informatiques permettant de prédire toutes les interactions théoriques entre les particules.

Cibler la physique des particules dans un pays pour le moment dénué d'accélérateurs n'est pas innocent : il s'agit d'aider la République démocratique du Congo (RDC) à retrouver une place dans un domaine où elle a perdu beaucoup de terrain depuis la fermeture, au début des années 2000, de son second réacteur de recherche. « Dans l'immédiat, l'option la plus prometteuse pour la RDC concerne les applications sociétales plus concrètes utilisant des accélérateurs à plus basse énergie, comme la fabrication de radioisotopes destinés au diagnostic médical », estime Steve Muanza, qui n'en est pas à son coup d'essai en matière de coopération avec l'Afrique : il a initié il y a douze ans l'École africaine de physique fondamentale et applications, qui se tient tous les deux ans dans un pays d'Afrique différent et permet de former en trois semaines près de 70 étudiants du continent. **L.C.**

1. Unité CNRS/Aix-Marseille Université. 2. Le Cern est l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire.

africains qui le souhaitent, afin de renforcer leur potentiel », détaille Jeanick Brisswalter.

Au-delà, « l'Europe a un rôle à jouer dans le développement des collaborations entre la France et les pays de l'Union africaine », explique Christelle Roy qui salue « la volonté d'ouverture du programme-cadre Horizon Europe vers l'international, et l'Afrique particulièrement, qui correspond à la vision pluridisciplinaire du CNRS ». Le plan pluriannuel a donc également été réfléchi en synergie avec les partenaires européens du CNRS, en particulier les organismes de recherche du réseau G6⁷, et les financements européens pourraient présenter des opportunités pour la mise en œuvre de projets structurés en Afrique. ...

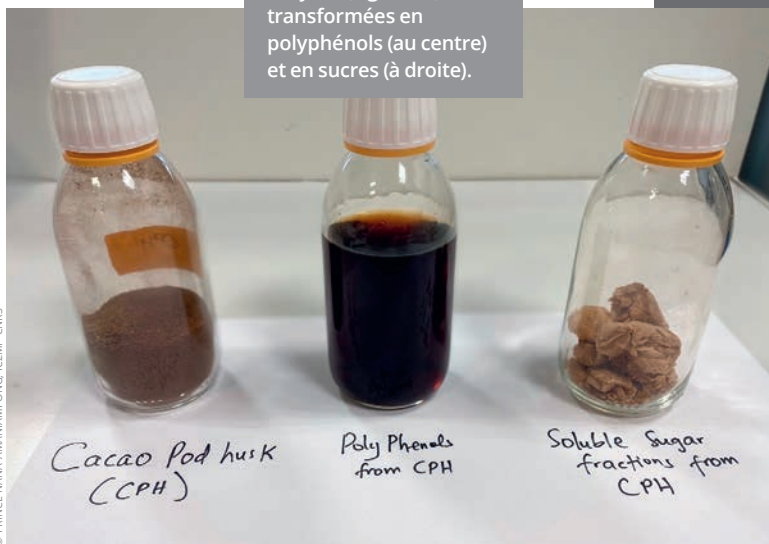
6. Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement. 7. Le réseau G6 regroupe les principaux organismes pluridisciplinaires de recherche européens – en Allemagne (Helmholtz Association, Leibniz Association et Max Planck Society), Espagne (CSIC), France (CNRS) et Italie (CNR) – et représente 135 000 collaborateurs.

...

Pour assurer ce dialogue scientifique et stratégique approfondi, un Conseil Afrique-CNRS vient d'être mis en place auprès de la direction du CNRS. Il est composé de personnalités françaises et africaines, dont l'immunologue kényane Yvonne Mburu, fondatrice et directrice générale du réseau Nexakili de professionnels de la santé, de scientifiques et d'ingénieurs africains et de la diaspora africaine. *« Je veillerai à ce que le plan de coopération entre dans le cadre de l'écosystème existant, pour ne pas ajouter de la compétition entre pays, promet-elle. Nous sommes à un moment historique pour repenser la manière dont les acteurs internationaux interviennent en Afrique et décoloniser la science, en particulier la santé publique, en sortant de la logique de l'intérêt étranger. La recherche doit d'abord être utile aux communautés locales, où la recherche est faite et où les connaissances locales et les expertises de terrain se développent. »*

Par sa connaissance des enjeux de science en Afrique et des réseaux scientifiques panafricains, ce Conseil participera donc à la construction du plan à long terme, en nourrissant la réflexion sur les modes de coopération à privilégier ou à inventer, autant que sur les thématiques d'intérêt des différents partis ou les collaborations naissantes à renforcer. La stratégie sera ainsi retravaillée et affinée si besoin au cours du temps, à mesure des évolutions scientifiques des projets et de leurs retombées ou des nouvelles ambitions partagées par les partenaires, *« avec toujours ce souci de faire mieux, ensemble »*, conclut Antoine Petit. **II S.F (avec L.C.)**

Grâce à la coopération entre le CNRS et le Ghana, les cabosses broyées (à gauche), sont transformées en polyphénols (au centre) et en sucres (à droite).



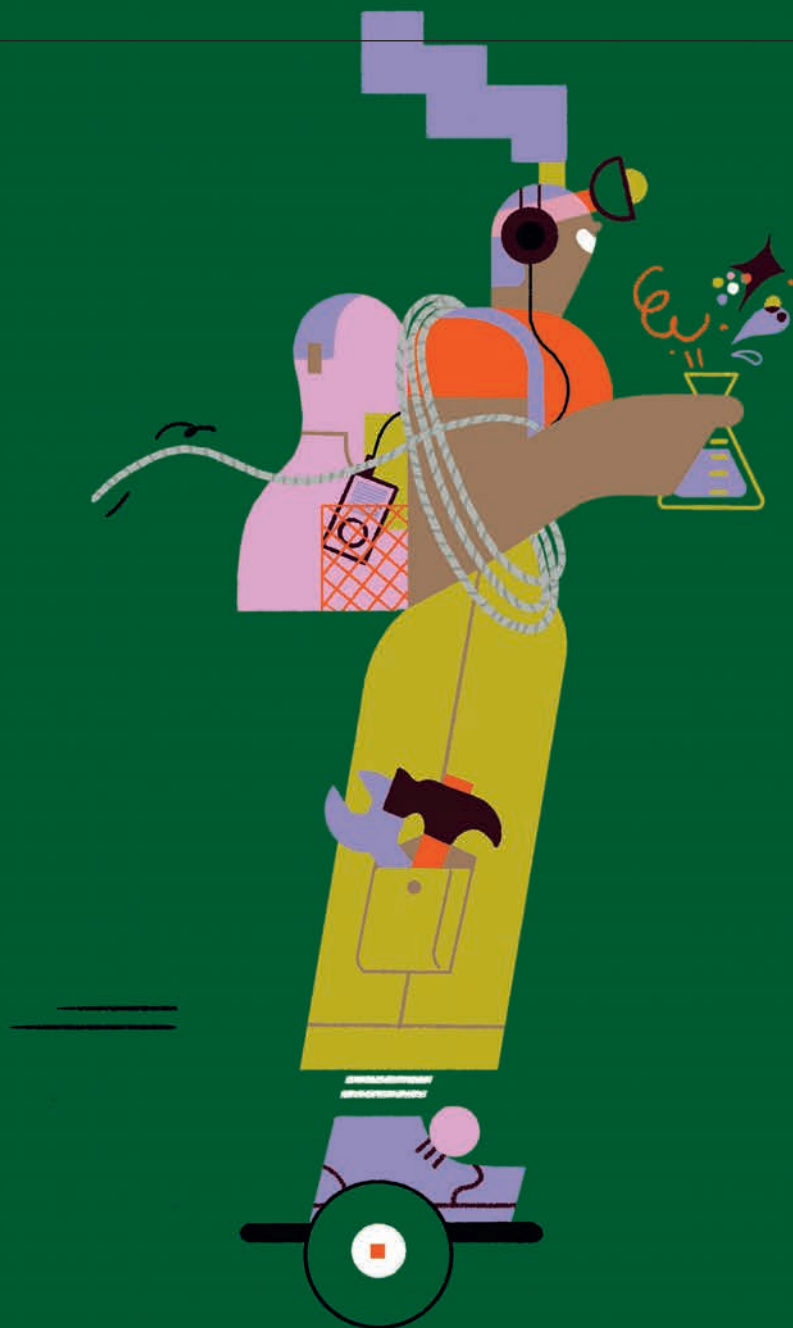
Une chimie verte pour valoriser les déchets du cacao ghanéen

Parmi les plus gros producteurs de cacao au monde, le Ghana produit chaque année 3 000 tonnes de déchets, principalement les cabosses entourant les précieuses fèves. Comment valoriser cette biomasse et en faire une source de revenus pour les producteurs et une opportunité pour l'industrie ? En extrayant de précieuses molécules chimiques grâce à des technologies de pointe : la sonochimie, via l'utilisation d'ultrasons à haute fréquence, et le broyage à billes. *« Les cabosses sont réduites en poudre grossière, le tout est mis en suspension dans une solution aqueuse et les ultrasons font le reste en transformant ces déchets en polyphénols, des molécules anti-oxydantes très utilisées en cosmétique. Les résidus solides de cette opération sont ensuite récupérés et à nouveau broyés très finement grâce au moulin à billes, afin d'en extraire tous les sucres »*, explique Prince Nana Amaniampong, chercheur à l'Institut de chimie des milieux et matériaux de Poitiers¹.

La coopération qu'il a initiée avec l'université du Ghana et l'université des sciences et technologies Kwame Nkrumah repose sur une réelle complémentarité entre les partenaires français et ghanéens : le reste de matière issu de l'opération est en effet envoyé au Ghana et converti en biocarburant grâce à une technologie de pyrolyse à très haute température. *« La France a tendance à travailler avec la région francophone de l'Afrique... C'est la première fois qu'un partenariat est établi entre la France et le Ghana anglophone »*, se félicite Prince Nana Amaniampong, qui espère que ce projet ouvrira la voie à une collaboration plus nourrie. **L.C.**

1. Unité CNRS/Université de Poitiers.

EN ACTION



*Explorateurs des mondes souterrain
ou subatomique, les scientifiques font feu
de tout bois pour étudier le langage,
les écosystèmes ou les œuvres d'art.*

Bricoler pour mieux parler!

©YAKOBCHUK OLENA / STOCK.ADOBE.COM

VIVANT

NEUROSCIENCES Des spécialistes ont montré qu'utiliser un outil et manier des phrases à la syntaxe complexe faisaient appel à des réseaux cérébraux communs. Mieux : entraîner l'une de ces compétences permet d'améliorer l'autre.

PAR LAURE CAILLOCE

« Cette manie qu'ont les marins de faire des phrases ! » Et si l'humour déjanté des *Tontons Flingueurs* avait anticipé sans le savoir les futures avancées de la science ? Sur le plan cognitif, en effet, opposer manuels et intellectuels n'a aujourd'hui plus guère de pertinence. Grâce aux récentes découvertes des neurosciences, il apparaît que, non seulement utiliser des outils n'est pas incompatible avec le fait de bien manier la langue, mais que ces deux compétences font même appel à des structures communes dans notre cerveau. C'est tout sauf une coïncidence, affirme une étude parue en fin d'année dernière dans *Science*¹ :

une équipe de neuroscientifiques français y montre que manier un outil – c'est-à-dire ajouter un niveau hiérarchique dans le programme moteur – et analyser des phrases à la syntaxe complexe sont deux processus qui partagent les mêmes ressources cérébrales. « Entraîner l'un permet même d'améliorer l'autre », résume Véronique Boulenger, chercheuse CNRS en neurosciences cognitives au laboratoire Dynamique du langage² (DDL) qui cosigne cette étude.

Une même région cérébrale activée

On sait depuis près de vingt ans que langage et capacités motrices et sensorielles sont intimement liés : lire le

mot « courir » ou « sauter » mobilise dans notre cerveau des régions impliquées dans la motricité, de même un mot désignant une couleur, vert ou rouge par exemple, active les régions visuelles. Ce lien entre le langage et le système sensori-moteur va plus loin et concerne la construction des phrases elle-même : une étude de 2019 a ainsi montré que des individus particulièrement habiles dans l'utilisation d'outils – dans ce cas précis, une pince permettant de placer des pions sur un plateau en les orientant dans différentes directions – étaient plus performants dans le maniement des subtilités de la syntaxe suédoise. « Cet ancrage de la syntaxe dans le système moteur a été théorisé, mais a fait l'objet de peu d'expériences », rappelle Véronique Boulenger qui, avec ses coauteurs, a décidé de pousser les investigations plus loin en montant un protocole en deux temps.

Premier temps : le recours à l'imagerie cérébrale. « Manipuler un outil complexifie la structure motrice en ajoutant un niveau hiérarchique, explique Véronique Boulenger. Quand les

1. « Tool use and language share syntactic processes and neural patterns in the basal ganglia », *Science*, 12 nov. 2021. 2. Unité CNRS/Université Lumière Lyon II.

► Sur le plan cognitif, opposer « manuels » et « intellectuels » n'a plus guère de pertinence. Grâce aux neurosciences, on sait que langage et capacités motrices sont intimement liés.

participants utilisent l'outil, on voit à l'IRM fonctionnelle un ensemble de régions s'activer dans le cortex pariétal et le cortex frontal, mais aussi une zone sous-corticale, les ganglions de la base, qui n'apparaît pas à l'image lorsque l'action est réalisée à main nue. » L'IRM a ensuite permis de déterminer quelles régions cérébrales la compréhension d'une phrase à la syntaxe complexe mobilisait.

Pour réaliser ces expériences, les scientifiques ont choisi des phrases incorporant une proposition relative objet construite sur le modèle de « L'inspecteur que la maîtresse attend réclame le silence ». Le sujet de la phrase principale, « l'inspecteur », se retrouve objet de la proposition relative « que la maîtresse attend ». Les participants doivent alors répondre à des affirmations comme « L'inspecteur attend la maîtresse : vrai ou faux ? ». « Dans cet exercice qui active notamment le cortex frontal inférieur, les ganglions de la base sont également sollicités, ce qui n'est pas le cas lors de l'analyse d'une phrase plus simple du type "L'inspecteur réclame le silence" », raconte Véronique Boulenger.

Ce recouvrement des régions cérébrales au niveau des ganglions de la base n'est pas le fruit du hasard. « Quand on manipule un outil, on l'incorpore comme une partie du corps dans le programme moteur de la même façon qu'on incorpore une proposition relative dans une phrase simple », explique Véronique Boulenger, qui a démontré avec ses collègues qu'un même mécanisme cérébral soutenu par les ganglions de la base était impliqué dans la manipulation d'outil et dans le recours à une syntaxe complexe. Comment ? En montrant qu'entraîner l'une des deux habiletés bénéficiait à l'autre, grâce à un second protocole expérimental.

S'entraîner avec l'outil améliore la syntaxe... et inversement

Les effets sur le langage d'un entraînement avec l'outil ont d'abord été évalués. Une première tâche syntaxique requérant une réponse « vrai-faux » a été proposée, suivie d'un entraînement de 30 minutes pendant lequel les participants devaient placer le plus de pions possible à l'aide de la pince, puis la même tâche syntaxique était proposée avec de nouvelles phrases. Résultat : le temps de réponse et la précision de la réponse sont nettement améliorés après l'entraînement moteur. « C'est très spécifique à l'outil, aucune amélioration n'est constatée lorsque la manipulation des pions s'effectue à main nue », précise Véronique Boulenger.

► Le maniement de l'outil et les exercices de syntaxe activent la même région sous-corticale : les « ganglions de la base » (en vert à l'image).

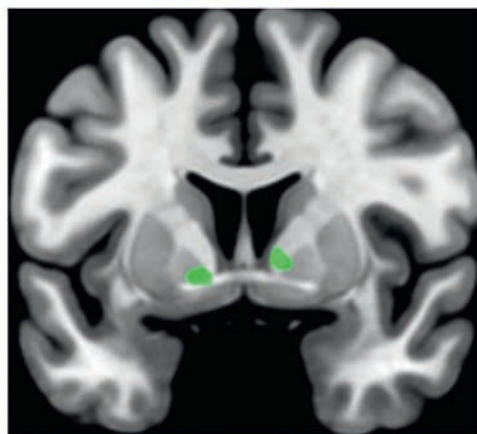
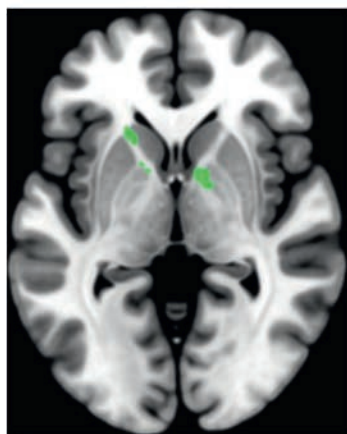
Les effets d'un entraînement syntaxique sur les performances motrices aboutissent au même résultat : analyser des phrases à la syntaxe complexe pendant 30 minutes permet d'améliorer les performances dans la manipulation des pions avec la pince à l'issue de la phase d'entraînement, là où s'exercer avec des phrases plus simples n'entraîne aucune amélioration.

Comment expliquer de tels résultats ? « Il existe toute une théorie sur la coévolution entre le langage et l'utilisation d'outils chez Homo Sapiens, indique Véronique Boulenger. Notre étude laisse à penser que la fabrication et l'utilisation d'outils auraient permis de mettre en place des séquences motrices plus complexes qui auraient pu être mises à profit pour le développement du langage. »

Traiter les troubles du langage

En attendant de savoir si nous utilisons une langue riche parce que nous nous sommes mis à fabriquer des outils, cette étude ouvre dès aujourd'hui des perspectives pour la prise en charge via la manipulation d'outils d'un certain nombre de troubles du langage, comme le trouble développemental du langage qui affecte la production et la compréhension du langage oral chez certains enfants. « On pourrait aussi envisager d'utiliser cette découverte dans la rééducation post-AVC des patients souffrant de troubles syntaxiques consécutifs à une aphasie de Broca », imagine Véronique Boulenger. Autre piste : proposer des entraînements avec outil pour l'apprentissage de langues étrangères à la syntaxe différente.

Les chercheurs, eux, n'en ont pas fini avec l'expérimentation. Prochaine étape : valider que la production de phrases à la syntaxe complexe, et pas seulement leur compréhension, est elle aussi corrélée à la manipulation d'outils. Il leur faudra pour cela rivaliser d'ingéniosité : l'IRM cérébrale demande en effet une stricte immobilité de la tête... II



L'art et l'archéologie, nouveaux horizons de l'IA



© WIKIART/DOMANÉ PUBLIC

SOCIÉTÉS



NUMÉRIQUE



INFORMATIQUE De plus en plus efficaces pour identifier le contenu des images, les algorithmes étaient jusqu'ici incapables d'en évaluer l'esthétique ou la charge émotionnelle. Un défi auquel l'intelligence artificielle commence à s'attaquer.

PAR MARTIN KOPPE

L'intelligence artificielle (IA) s'est imposée en quelques années comme un outil essentiel pour trier et gérer le flot d'images qui circulent en ligne. Nous sommes désormais habitués à ce que des algorithmes reconnaissent la présence de visages ou différencient un chien d'un chat, par exemple. La prochaine étape vise à dépasser ces descriptions très prosaïques. Maks Ovsjanikov, professeur au Laboratoire d'informatique de l'École polytechnique ¹ (LIX) spécialisé dans l'étude de données 3D et géométriques, entraîne ainsi ses

algorithmes qui mettent à la disposition des archéologues et des historiens de l'art des solutions automatiques et reproductibles d'analyse des œuvres et artefacts.

« Concrètement, mon travail consiste à trouver des points communs et des différences entre des objets en trois dimensions, et à combler leurs éventuelles parties manquantes », explique Maks Ovsjanikov. Le chercheur, médaille de bronze du CNRS en 2018, a d'abord été sollicité par les équipes travaillant sur le site préhistorique majeur de la Caune de l'Arago (Pyrénées-Orientales), où a été découvert l'homme de Tautavel.

Les scientifiques, dont les préhistoriens Henry et Marie-Antoinette de Lumley, étaient confrontés à des problèmes d'identification de dix mandibules humaines. Avec une occupation remontant jusqu'à il y a 600 000 ans, ces os sont trop anciens pour contenir de l'ADN et trop abîmés pour être clairement attribués à l'une des nombreuses espèces du genre *Homo* à s'être succédé dans et autour de la grotte.

Des mandibules aux émotions

Les chercheurs possédaient déjà de nombreuses données 3D sur les mandibules que Maks Ovsjanikov et ses collaborateurs ont utilisées pour tenter de repérer, grâce à des algorithmes, des similitudes et des différences géométriques souvent difficiles à détecter et qui auraient pu échapper à l'œil expert de préhistoriens. Ces algorithmes rendent l'analyse plus efficace et éliminent le biais que peut introduire l'annotation subjective, même par un expert. « Plutôt que d'effectuer à la main un travail laborieux de marquage des points

1. Unité CNRS/École polytechnique.

▀ Des algorithmes peuvent-ils interpréter les émotions ressenties face à cette peinture romantique ? (*Sea at night*, 1861, par le peintre russe Ivan Aïvazovsky.)

d'intérêt sur des données 3D, je propose une méthode automatique et robuste basée sur l'apprentissage non supervisé, avance Maks Ovsjanikov. Le cas de Tautavel reste cependant très difficile, car il n'y a pas assez de mandibules pour établir des statistiques. Le travail n'est pas terminé, mais il marque déjà un grand pas dans la bonne direction. »

Maks Ovsjanikov s'intéresse également aux images en 2D. Il a ainsi fondé le projet ArtEmis avec des collègues de l'université de Stanford et de l'université des sciences et technologies du roi Abdallah en Arabie saoudite. Les algorithmes y apprennent à interpréter les émotions ressenties face à des œuvres d'art. *« J'essaye de trouver et de quantifier ce qui rend un objet unique. C'est presque une question philosophique, s'amuse Maks Ovsjanikov. Les choses sont relativement simples avec une photographie dont on décrit le contenu, mais comment appréhender une œuvre d'art ? Et si elle est abstraite ? Il nous faut une analyse poussée sur la relation subjective entre les images et les spectateurs. »*

Le poids de la subjectivité

Afin de disposer d'un jeu de données suffisamment large, les chercheurs ont demandé à un vaste panel de personnes, rémunérées via une plateforme de service de micro-travail, de noter leur émotion domi-

nante devant une œuvre et d'expliquer pourquoi ils l'ont ressentie. Beaucoup de réponses étaient liées à l'impact personnel des images : *« cela me rend triste/heureux »* ; ou à un continuum de pensée : *« il y a un oiseau, les oiseaux me font penser à la liberté, donc le tableau me fait penser à la liberté. »* Ainsi, 455 000 réponses ont été obtenues pour 90 000 œuvres d'art. Ces données ont ensuite servi à entraîner les algorithmes, afin qu'ils commentent les œuvres comme l'auraient fait des humains. Puis, on leur a soumis de nouvelles images qui n'avaient pas été préalablement présentées aux participants du panel.

Ces réponses ont ensuite été intégrées à un sondage, que les chercheurs appellent un test de Turing émotionnel, où des sujets humains devaient déterminer si l'analyse provenait d'un algorithme ou d'un humain. La moitié du temps, les utilisateurs n'ont pas été capables de distinguer les énoncés des machines de ceux des humains.

« Le monde n'est pas que la liste des objets que nous voyons, il faut prendre en compte l'effet qu'ils ont sur nous. Si nous voulons créer des robots et des algorithmes capables de communiquer comme un être humain, il faudra intégrer différentes formes de subjectivité. Or, pour l'instant, très peu de travaux existent sur ces questions complexes », souligne Maks Ovsjanikov qui, avec ses collaborateurs, s'intéressent également au domaine biomédical, l'analyse des formes pouvant en effet servir d'aide au diagnostic. *« La qualité et la quantité des données 3D issues de la recherche ne cessent d'augmenter, il faut parvenir à leur donner un sens »,* conclut-il. ▮

“Ces algorithmes rendent l'analyse plus efficace et éliminent le biais que peut introduire l'annotation subjective, même par un expert.”

En bref

ACCORD-CADRE CNRS/IRD

Le 14 janvier, Valérie Verdier, présidente-directrice générale de l'Institut de recherche pour le développement (IRD), et Antoine Petit, président-directeur général du CNRS, ont signé le renouvellement de l'accord-cadre qui lie les deux établissements. Conclu pour une durée de cinq ans, cet accord permettra de renforcer leur coopération, qui s'exprimera notamment à travers plus de cinquante structures mixtes de recherche, autour des objectifs communs en réponse aux changements globaux, économiques, environnementaux, sociaux et culturels.

RECHERCHE PORTUAIRE

Flux de marchandises et de passagers, nouveaux outils, espèces invasives sur le littoral... En quoi la recherche peut-elle contribuer à la stratégie nationale portuaire ? Dans un livre blanc publié en février, un groupe de travail constitué par le CNRS tente de répondre à cette question, en dressant un état des lieux de la structuration de la recherche sur la thématique portuaire et en proposant des recommandations. Le rapport est à lire sur le site [cnrs.fr](https://www.cnrs.fr)

PROGRAMME RISE

En janvier, la 6^e promotion de start-up soutenues par le programme Rise du CNRS a été dévoilée. Les 13 projets lauréats développent des innovations technologiques dans les domaines de la biologie et du médical, de la chimie, de la microélectronique, du numérique et de l'environnement.

RESSOURCES HUMAINES

Les Agences conseil en communication pour l'emploi (ACCE), en partenariat avec Monster, Indeed et Top Employers Institute, viennent de dévoiler les lauréats du Grand Prix de la Créativité RH. Le CNRS remporte le prix bronze dans la catégorie Campagne de recrutement pour sa campagne concours ITA 2021, réalisée par la DRH en collaboration avec l'agence de communication Wanted RH.

Le CNRS, ambassadeur de l'écologie



© F. PLAS/CNRS PHOTOTHÈQUE

ENTRETIEN Nommé à la tête de l'Institut écologie et environnement du CNRS en mars 2021, Stéphane Blanc revient sur les différents enjeux des recherches menées au sein des laboratoires rattachés à l'institut.

PROPOS RECUEILLIS PAR SOPHIE FÉLIX

Dans un rapport récent, la Cour des comptes reconnaît la volonté qu'a eu le CNRS de « faire émerger les sciences de l'environnement comme champ scientifique intégré »¹, notamment en créant l'Institut écologie et environnement en 2009.

Stéphane Blanc. L'Institut écologie et environnement (Inee) a été créé en 2009 avec l'objectif de développer une écologie qui appréhende – à différentes échelles de temps (des temps géologiques à nos jours) et d'espace (du gène à la planète) – le fonctionnement et la dynamique des écosystèmes et des socio-écosystèmes. À travers l'observation et la rétro-observation, l'expérimentation et la modélisation, nous développons une approche résolument intégrative du fonctionnement de la biosphère, afin

d'améliorer nos capacités de diagnostic, de compréhension et d'aide à la décision dans la résolution des crises environnementales. L'écologie constitue le cœur disciplinaire de l'institut, qui occupe aujourd'hui une place incontestable au niveau national comme international, avec une solide recherche fondamentale et des dispositifs et infrastructures uniques. C'est ce que la Cour des comptes met en avant dans son rapport.

Pour améliorer la visibilité des activités de l'Inee, la Cour des comptes formule trois recommandations. Qu'en pensez-vous ?

S. B. La première recommandation adresse la visibilité du CNRS en matière de climat. Selon la Cour, l'éclatement des domaines liés au climat dans l'organisation du CNRS ne permet pas de faire explicitement apparaître l'action de l'organisme, alors même qu'il est le principal contributeur national de la production de connaissance sur le sujet et que le défi climatique est mis en avant dans son Contrat d'objectifs et de performance signé avec l'État (COP). Améliorer cette visibilité sera au centre des préoccupations de la cellule climat du CNRS récemment créée et de plusieurs actions que l'Inee

lance. Nous allons renforcer nos actions sur site à travers une montée en puissance significative des dispositifs de partenariat en écologie et environnement (Dipee). Un travail plus important sera aussi fait sur les questions de médiation scientifique, avec la première semaine Écologie environnement et biodiversité du CNRS qui se tiendra du 30 mai au 3 juin, et d'édition scientifique à travers par exemple la publication de numéros spéciaux dans *Ecology Letters*, revue de référence mondial en écologie créé par le CNRS.

Dans la deuxième recommandation, la Cour préconise de conforter la position du site de Montpellier en écologie dans le classement de Shanghai, qui oscille selon les années entre la 1^{re} et la 3^e place. Il apparaît capital de conserver un tel niveau d'excellence et de visibilité qui ne se retrouve que pour très peu de disciplines en France. L'Inee va donc travailler avec l'ensemble des partenaires concernés et les acteurs locaux pour conforter la place du site au-delà des seules initiatives d'excellence. Mais l'institut n'occuperait pas une position aussi prééminente sur la scène internationale si seul ce site existait à ce niveau d'excellence. Quatre autres sites² sont dans le top 50 de Shanghai en écologie et d'autres suivent de près ! Enfin, la troisième concerne le renforcement de la valorisation de l'Inee, une de nos priorités. L'Inee a créé une cellule de valorisation en 2016 et un réseau thématique pluridisciplinaire pour travailler avec les laboratoires sur les formes de valorisation pos-

“Nous travaillons à la mise en œuvre d'une nouvelle démarche transdisciplinaire : la science de la durabilité.”

1. À consulter sur : <https://www.ccomptes.fr/fr/documents/58201>. 2. Sorbonne Université, PSL Université, Université Toulouse 3 et Université Grenoble Alpes.



© JEAN-CLAUDE MOSCHETTI/ECOBIO/CNRS PHOTOTHÈQUE

sibles en écologie, environnement, archéologie et géographie physique, au-delà de la recherche académique. Ce travail important va donner lieu à la publication d'un livre blanc qui servira à mettre en œuvre une stratégie effective en la matière.

Quelle est votre stratégie au niveau des disciplines scientifiques au sein de l'Inee ?

S. B. Nous travaillons activement à la mise en œuvre de la science de la durabilité au niveau national, en relation étroite avec des programmes internationaux et l'Institut de recherche pour le développement (IRD). Plus qu'une discipline, c'est une nouvelle démarche transdisciplinaire qui porte sur les interactions entre les systèmes naturels, sociaux et techniques, et sur la manière dont ces interactions affectent, dans le temps et l'espace, les systèmes de maintien de la vie sur la planète, le développement socio-économique et

le bien-être humain. Les objectifs sont d'apporter des connaissances scientifiques pour répondre aux changements globaux et d'accompagner les grandes transitions de la société. Une première reconnaissance est l'ouverture cette année d'un axe spécifique sur la science de la durabilité à l'appel à projets générique national.

Quel est le rôle du CNRS dans le dialogue entre connaissances scientifiques et agendas politiques ?

S. B. Que ce soit pour les Objectifs de développement durable, la Conférence des Nations unies sur les changements climatiques (COP) ou la Convention des Nations unies sur la diversité biologique, le CNRS contribue à traduire les agendas politiques sous forme de questions scientifiques et participe ainsi à leur mise en œuvre concrète. Les Programmes et équipements prioritaires de recherche (PEPR) exploratoires FairCarbon et Eau Bien Commun, copilotés par le CNRS avec

► [Collecte de pucerons dans un champ de blé, en Ile-et-Vilaine, en vue de tester une méthode alternative de lutte contre ces insectes, vecteurs d'une maladie virale des céréales.](#)

nos partenaires, en sont une bonne illustration. Au-delà de la recherche qui est indispensable et permet d'innover dans l'étude de solutions, le rôle du CNRS est aussi de favoriser les dialogues au sein du monde académique, national et international, d'assurer un lien avec les parlementaires et d'autres acteurs, et ainsi de participer activement à l'aide à la décision. L'ONU a aussi promulgué 2022 comme l'année internationale des sciences fondamentales pour le développement durable, une année thématique importante que l'Inee et le CNRS soutiendront par diverses actions, comme le colloque sur la science de la durabilité au premier semestre 2022. Je reste ainsi persuadé que chaque brique apportée par chaque COP et chaque donnée récoltée par les scientifiques permettent de maintenir la pression sur les dirigeants et de dégager des objectifs à long terme. Le CNRS devra renforcer son rôle dans cet exercice important de diplomatie scientifique. ■

45 ans de recherche avec Solvay

MATIÈRE

CHIMIE Alors que le CNRS et l'industriel viennent de renouveler l'accord-cadre qui les lie, retour sur les grandes thématiques de ce partenariat et les innovations à son actif.

PAR ANAÏS CULOT

Dès ses premières années, le CNRS s'est toujours associé à des entreprises, notamment dans le domaine de la chimie. De son côté, Ernest Solvay – créateur de l'entreprise éponyme – a organisé dès 1911 des conférences scientifiques réunissant les grands savants de son époque, dont Marie Curie, Albert Einstein, Paul Langevin, Hendrick Lorentz ou Jean Perrin. Ce n'est donc pas une surprise si les deux acteurs sont des partenaires de longue date. Et encore moins si, en 2022, ils renouvellent leur accord-cadre de partenariat qui date de plus de 45 ans.

« *Nous collaborons sur des défis scientifiques communs tels que l'élaboration de procédés plus écologiques, les méthodologies haut débit comme la robotique et la microfluidique, les systèmes catalytiques plus performants ou encore la formulation de matériaux avancés en vue d'accélérer l'innovation et de réduire le temps de mise sur le marché de nos produits* », présente Patrick Maestro, directeur scientifique du groupe belge. Depuis 2006, la collaboration a ainsi donné lieu à plus de 165 brevets, 370 contrats et 250 publications scientifiques communes. Elle progresse au rythme de plus de 20 nouveaux projets par an. Mais quels ont été leurs objets d'étude à travers toutes ces décennies ?

C'est en 1975 que le premier accord-cadre est signé entre le CNRS et Rhône-Poulenc dont l'activité chimie, par une série d'acquisitions et de fusions, a été depuis incorporée au sein du groupe Solvay. L'objectif : renforcer une collaboration jusqu'à présent ponctuelle et occasionnelle. Thèses et contrats se succèdent et douze ans plus tard, les deux partenaires créent leur premier laboratoire mixte à Montpellier. Chercheurs industriels et académiques y mènent des recherches sur les dérivés organiques du silicium. Puis au sein du Laboratoire des polymères et matériaux avancés à Lyon¹, Solvay et le CNRS lancent de

nouvelles recherches en matériaux. « *Ensemble, nous avons étudié l'impact de renforts au sein de polymères et élastomères. Nous voulions comprendre ce qui se passe lorsqu'on intègre des grains de silice amorphe de taille nanométrique dans un caoutchouc* », explique Patrick Maestro. Les connaissances acquises intéressent particulièrement l'industrie pneumatique. En effet, l'intégration de silice permet d'adapter les propriétés du pneu (résistance, adhérence, etc.) et son efficacité énergétique.

Révéler les secrets de la matière molle

Les deux partenaires adoptent à six reprises la forme de l'unité mixte en France comme à l'étranger (IRL). « *Elles permettent d'amorcer des recherches à long terme sur des grands thèmes de fond en amont de notre R&D. L'ambition est de développer des compétences au meilleur niveau et des techniques de rupture qui seront les méthodes industrielles de demain* », décrit le directeur scientifique de Solvay. Aux États-Unis, le CNRS et son partenaire s'associent au milieu des années 1990 à l'université de Princeton, puis à l'université de Pennsylvanie pour travailler sur la matière molle².

Les chercheurs y étudient la physico-chimie de formulations de petits polymères et de tensioactifs – des composés permettant de contrôler la rhéologie des formulations et, par exemple, de faciliter l'étalement d'un liquide sur les surfaces. Des produits aujourd'hui présents dans les shampoings, les cosmétiques, les lubrifiants, les formulations agrochimiques, etc. Parmi les résultats de recherche notables : le développement de copolymères à bloc. Ces structures à l'architecture complexe permettent d'associer les propriétés spécifiques de différents monomères de façon contrôlée et donc d'améliorer les propriétés obtenues par des formulations de tensioactifs. « *Le coût de ces polymères à blocs a longtemps été prohibitif pour que des produits émergent sur le marché. Il a donc fallu de nombreuses années de recherches pour trouver les performances adéquates et développer à grande échelle ces systèmes de blocs* », décrit Patrick Maestro.

Au début des années 2000, le CNRS et Solvay sont sur tous les fronts de l'innovation. La microfluidique – dédiée à l'étude de l'écoulement des fluides dans des micro-systèmes – est alors une jeune discipline en plein essor. En ce sens, la création du Laboratoire du futur³ contribue à démocratiser son application en chimie. Les outils miniaturisés de microfluidique réduisent les quantités de pro-

RHÉOLOGIE

Étude des phénomènes conditionnant l'écoulement et la déformation de la matière (plasticité, viscosité, élasticité).

1. Unité mixte clôturée en 2020. 2. Ils créent l'équivalent d'un International Research Laboratory (IRL) : le Complex fluid laboratory qui devient en 2009 l'IRL Complex Assemblies of Soft Matter (clôturé en 2021) avec l'université de Pennsylvanie. 3. Unité CNRS/Solvay.



► Système d'injection des liquides, dans un dispositif microfluidique du Laboratoire du futur.

duits chimiques à utiliser, multiplient les nombres d'expériences possibles, le tout par des facteurs supérieurs au millier... et augmentent la productivité en conséquence.

Démocratiser la microfluidique

Problèmes d'écoulements, de rhéologie, de séchage, de dispersion, cette méthode révolutionne les pratiques en intensifiant les processus. Par exemple, en faisant réagir des espèces, sous forme de gouttes dans les microcanaux, les scientifiques caractérisent la cinétique de réactions chimiques. Le développement d'un rhéomètre sur puce sert quant à lui à des problèmes de formulation. L'avantage : mesurer les écoulements de fluides complexes à partir d'une très faible quantité de produits (mousses, tensioactifs, épaississants, etc.). Plus généralement, ces travaux ont permis d'établir des diagrammes de phase de formulations complexes en gagnant un facteur 100 sur la productivité et ce, sans perdre sur la précision.

Depuis le début des années 2010, les deux partenaires ont renforcé leurs recherches en chimie durable. Celle-ci se veut biosourcée ou recyclée. Elle vise à rejeter moins d'effluents, tout en améliorant ses rendements. Mais comment ? « Les catalyseurs sont utilisés dans 90 % des processus chimiques industriels. Les rendre plus efficaces permet de réduire l'empreinte environnementale globale des réactions », révèle Patrick Maestro. En plaçant la catalyse au

cœur de leur partenariat en Chine, le CNRS et Solvay ont à leur actif de nombreuses réalisations visant à réduire l'impact environnemental de l'industrie chimique. Les chercheurs de l'Eco-efficient Products & Processes Laboratory⁴ (E2P2L) ont notamment amélioré l'une des étapes clé de la transformation du phénol en vanilline. Un résultat qui bénéficie directement à l'industriel, acteur clé sur le marché de la production du composant le plus important de l'arôme de vanille.

Catalyser la chimie durable

Par ailleurs, la chimie s'accélère grâce à l'intégration de nouvelles méthodes numériques. Avec l'Institut de chimie des milieux et matériaux de Poitiers⁵, les chercheurs de l'E2P2L ont été les premiers à concevoir des composés aromatiques biosourcés à partir de simulations informatiques. De plus, les outils d'intelligence artificielle détectent très rapidement un catalyseur ou une réaction prometteuse en testant virtuellement des milliers de candidats. Une tâche irréalisable à la main en laboratoire. « D'ici 2030, le groupe Solvay veut doubler ses revenus sur les produits d'économie circulaire, déclare Patrick Maestro. Et nous n'y parviendrons que grâce à de nouveaux développements scientifiques. » Matériaux et formulations avancés, respect de l'environnement, énergie, etc. la recherche a beaucoup à apporter à cet objectif de chimie plus durable.

Ainsi, des travaux en électro-catalyse seront primordiaux en vue de répondre aux problèmes de production d'hydrogène. Les connaissances en matériaux composites serviront à la réalisation de containers adaptés au stockage d'énergie. Les thermoplastiques composites allégeront les pales d'éoliennes et faciliteront leur recyclabilité. Enfin, la chimie pourrait devenir un acteur majeur du recyclage grâce à l'émergence de solutions chimiques ou biochimiques adaptées au traitement de polymères complexes actuellement broyés et incinérés. Près de 45 ans après le lancement de leur partenariat, le CNRS et Solvay ont encore bien des chantiers communs. ▮

©STEFANO BIANCHETTI / BRIDGEMAN IMAGES



▲ En 1911, la première conférence de physique organisée par Solvay à Bruxelles a rassemblé de nombreux scientifiques exceptionnels comme Marie Curie, Henri Poincaré ou Jean Perrin, futur fondateur du CNRS en 1939.

4. Unité CNRS/Rhodia Opérations. 5. Unité CNRS/Université de Poitiers.

Les algorithmes nous poussent-ils à écouter toujours le même style de musique ?

SOCIÉTÉS



NUMÉRIQUE



SOCIOLOGIE Quel est l'impact des recommandations algorithmiques sur la diversité de la musique écoutée en streaming ? Grâce à l'ouverture de certaines données par Deezer, les chercheurs du projet Records ont pu dresser un premier tableau nuancé de la question.

PAR MARTIN KOPPE

Pour parcourir les dizaines de millions de titres des sites de streaming musical, des algorithmes émettent des suggestions en fonction de ce que l'on a déjà écouté. Cela nous enferme-t-il dans des chambres d'écho, sans cesse exposés aux mêmes goûts, les bulles de filtre ? La question, beaucoup étudiée dans le contexte politique, l'est moins dans le cadre de la musique. Le projet Records¹, qui rassemble chercheurs des sciences sociales et du numérique, a pu s'y consacrer grâce aux historiques d'écoutes anonymisés fournis par des services de streaming, dont Deezer.

« Nos travaux inversent la perspective habituelle, insiste Camille Roth, chercheur CNRS au Centre Marc

Bloch². Plutôt que de regarder si le comportement est dévié par la recommandation, nous étudions comment celle-ci est maniée par les usagers. On se rend alors compte qu'il existe différentes attitudes et que l'impact de la recommandation et du filtrage varie en fonction de celles-ci. »

En effet, certains utilisent les sites comme une bibliothèque personnelle ne diffusant que la musique choisie. D'autres les envisagent comme des radios, avec de l'espace pour la découverte et le hasard. Deux cas de figure se démarquent alors. Soit la recommandation est uniquement gérée par des intelligences artificielles, à partir des écoutes précédentes. Soit la recommandation, alors dite « éditoriale », concerne les playlists publiques, établies par

d'autres utilisateurs ou par des employés des plateformes de streaming, parfois assistés par des algorithmes.

Trois familles d'écoute

On peut donc répartir les utilisateurs dans un triangle dont les trois sommets sont : les auditeurs qui ne suivent aucune recommandation, ceux qui se reposent surtout sur la recommandation algorithmique, et ceux qui préfèrent la recommandation éditoriale. Les chercheurs ont étudié la diversité des écoutes au sein de ces familles selon deux critères : le rapport entre nombre de morceaux différents écoutés et nombre total d'écoutes d'une part, la popularité générale des morceaux d'autre part. Le comportement des trois groupes d'utilisateurs a été comparé aux playlists d'une trentaine des radios françaises les plus écoutées. Résultat : les usagers qui suivent beaucoup l'algorithme de Deezer ont une écoute moins répétitive et moins orientée vers les artistes les plus populaires que la plupart des radios musicales de la bande FM. Les usagers de la recommandation éditoriale sont quant à eux plus focalisés sur les artistes à succès.

Ainsi, contrairement à l'idée reçue, « la recommandation automatisée ne cloisonne pas systématiquement les choix des internautes, explique Thomas Louail, chargé de recherche CNRS au laboratoire Géographie-cités³. Elle ne garantit pas non plus une exposition à une plus grande variété de contenus ». Une autre observation se profile aussi : « Il semble qu'aujourd'hui le principal clivage culturel se situerait moins entre musique savante et musique populaire que dans l'accès à une grande diversité de répertoires », ébauche Philippe Coulangeon, sociologue à l'Observatoire sociologique du changement⁴. À suivre... II



Lire l'intégralité de l'article sur lejournal.cnrs.fr



1. Pratiques des publics des plateformes de streaming musical : <https://records.huma-num.fr>. 2. Unité CNRS/MEAE/Bundesministerium für Bildung und Forschung/Mesri. 3. Unité CNRS/Université Panthéon-Sorbonne/EHESS/Université de Paris. 4. Unité CNRS/IEP Paris.

Les joyaux du gouffre d'Esparros

MATIÈRE

TERRE

Une beauté à couper le souffle ! Véritable jardin de cristal souterrain, le gouffre d'Esparros, niché dans les Hautes-Pyrénées, n'a pas fini de faire tourner la tête des scientifiques. Par sa beauté certes mais aussi pas ses mystères : comment se sont formés les cristaux d'aragonite qui s'arrêtent net à une même altitude tout le long de la gallerie ? Lors d'une expédition réalisée en novembre 2021, une équipe pluridisciplinaire de chercheurs du CNRS et

d'universitaires a pu apporter des éléments de réponse, confirmant le rôle de la circulation de deux masses d'air depuis au moins 114 000 ans. Ils ont même identifié un phénomène inédit : une sorte de tapis roulant qui naît en bas par l'air plus frais et donc plus dense et fait demi-tour au fond de la grotte, l'air réchauffé (moins dense) et humidifié passant côté voûte, repart dans le sens inverse. L'enquête se poursuit...

« Le CNRS est un moteur de la recherche et de l'innovation en Europe »



© JÉRÉMIE BOISSIER/IRAM/CNRS PHOTOTHÈQUE

Dans le cadre de la présidence française du Conseil de l'Union européenne (PFUE), le CNRS a préparé plusieurs événements pour le premier semestre 2022. Sur quels sujets ?

Christelle Roy. Plus de soixante-dix événements, portés par des institutions françaises, ont été labellisés PFUE par le ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation (Mesri). Et en effet, le CNRS organise ou coorganise plusieurs de ces manifestations avec ses partenaires, jusqu'en juin 2022, en ligne, en France et à Bruxelles. Celles-ci traduisent les réflexions de l'Union européenne sur la souveraineté scientifique et technologique, notamment sur les sujets clés du quantique et de l'intelligence artificielle, le partenariat entreprises-recherche académique, la recherche collaborative, les liens science-société, la science ouverte, l'égalité professionnelle dans les sciences ou encore les nouveaux modes de partenariats entre l'Europe et l'international. Ces événements



© CNRS RÉSEAU / CNRS PHOTOTHÈQUE

INTERNATIONAL Depuis le 1^{er} janvier, la France préside le Conseil de l'Union européenne pour six mois. L'occasion pour Christelle Roy, directrice Europe de la recherche et coopération internationale, de détailler les actions du CNRS envers l'Union européenne.

PROPOS RECUEILLIS PAR SOPHIE FÉLIX

montrent que le CNRS est un moteur de la recherche et de l'innovation en Europe, pour l'Europe et pour ses partenaires. Ainsi, la conférence du 7 mars « Leur choix, c'est l'Europe » mettra en avant la capacité de l'Union européenne à attirer les plus grands talents, notamment au CNRS.

Ces manifestations s'inscrivent dans la stratégie européenne du CNRS. Quelles en sont les ambitions ?

C. R. Annoncée en juin 2021, la stratégie européenne du CNRS veut poursuivre et amplifier nos efforts pour

augmenter la participation de l'organisme aux programmes européens et accroître son influence. Coconstruite et coportée par l'ensemble des acteurs en lien avec ces questions au CNRS, cette feuille de route ambitieuse se veut dynamique, évolutive. Elle s'organise autour de trois mots d'ordre : influencer, soutenir et inciter. Nous avons par exemple mis en place des groupes miroirs aux actions du programme-cadre Horizon Europe, afin de mieux diffuser le positionnement de l'organisme sur ces actions et de mieux coordonner nos réponses

À 2550 mètres d'altitude sur le plateau de Bure (Hautes-Alpes) culmine le radiotélescope Noema, le plus puissant de l'hémisphère Nord et l'une des plus grandes installations d'Europe pour la recherche astronomique.

aux financements européens, avec l'objectif d'augmenter de 25 % le nombre de contrats européens que nous hébergeons d'ici à 2023. Le CNRS veut aussi renforcer la participation des scientifiques aux grands consortiums des projets collaboratifs et aux autres réseaux d'influence qui structurent l'espace européen de la recherche. Cette stratégie doit également être mieux portée à Bruxelles, afin que les futurs appels à projets soient en phase avec nos priorités scientifiques. La Maison Irène et Frédéric Joliot-Curie, située en plein cœur du quartier européen à Bruxelles, aura ce rôle : projet initié par le CNRS et France Universités, et comptant à ce jour 12 membres de l'Esri, elle sera un hôtel à projets pour lancer des actions communes avec nos partenaires. Aucun autre État membre ne dispose d'un tel lieu de réunion, de démonstration et d'influence.

Vous voulez inciter les scientifiques des laboratoires dont le CNRS est tutelle à s'engager vers l'Europe. Comment seront-ils soutenus dans cette démarche ?

C. R. Au-delà des dispositifs incitatifs et de soutien individuel qui seront renforcés, l'organisme souhaite déployer un soutien particulier dans le montage et la gestion de projets européens. Pour les projets collaboratifs gérés par l'organisme, les 14 ingénieurs de projets européens (IPE), dont le réseau est coordonné par le Bureau de Bruxelles, seront bientôt rejoints par 33 nouveaux collègues qui représentent un renfort significatif. Rattachés à la Direction Europe de la recherche et coopération internationale (Derci) et localisés dans les délégations, ces IPE accom-

pagnent les chercheurs et chercheuses à toutes les étapes du montage de projets européens collaboratifs et jusqu'au lancement des projets retenus. En complément, les instituts du CNRS peuvent mettre à disposition des chargés d'affaires Europe qui épaulent les scientifiques pour les appels de la Commission européenne.

Cette stratégie du CNRS envers l'Europe est-elle pensée avec les différents partenaires de l'organisme ?

C. R. Les trois axes – influencer, soutenir, inciter – font écho à ceux du Plan d'amélioration de la participation française aux programmes européens (PAPFE) du Mesri, avec qui nous travaillons main dans la main comme avec les universités. Nous faisons aussi partie du réseau G6 qui regroupe les principaux organismes pluridisciplinaires de recherche européens avec qui nous échangeons régulièrement. La stratégie de l'organisme se pense dans ce contexte. C'est aussi le rôle du Club Europe mis en place l'an dernier par la DRE, un « think tank » avec de nombreux industriels, déjà partenaires de l'organisme ou non. Ce dispositif doit pousser les entreprises à participer à des projets européens que le CNRS porterait et devrait nous permettre de faire valoir des positions communes pour les futurs programmes de travail.

Cette stratégie ouvre-t-elle des portes vers des coopérations internationales plus larges ?

C. R. Notre stratégie doit accroître le rayonnement des recherches de l'organisme et son attractivité à l'échelle européenne. Au-delà, il s'agit aussi d'un levier vers l'international. Notre plan de coopérations avec l'Afrique le montre bien, et l'un des événements PFUE sera d'ailleurs consacré à ces collaborations. Nous discutons en ce moment avec la Commission européenne afin de mieux nous approprier les dynamiques et financements qu'elle met en place pour renforcer notre volonté d'ouverture internationale. Je suis persuadée que ce sera une plus-value majeure du CNRS. **II**

En bref

ACCORD-CADRE CNRS/INRAE

Antoine Petit, PDG du CNRS, et Philippe Mauguin, PDG de l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (Inrae), ont signé le 14 décembre un nouvel accord-cadre pour cinq ans, officialisant l'ambition des deux organismes de collaborer encore plus étroitement. Ce partenariat doit permettre d'accentuer la production et la valorisation conjointes de connaissances scientifiques au plus haut niveau pour contribuer à la réalisation des Objectifs de développement durable (ODD) des Nations unies.

PLAN HYDROGENE

Le 1^{er} février, dans le cadre du plan hydrogène français, un nouveau Programme et équipement prioritaire de recherche (PEPR) dédié à l'hydrogène décarboné a été lancé. Piloté par le CNRS et le CEA, il est doté de 80 millions d'euros et comprend notamment sept projets ayant trait à la production d'hydrogène, au stockage, au transport et à la conversion.

LABORATOIRES COMMUNS

L'Institut Polytechnique de Paris, le CNRS et Thales ont signé le 1^{er} février, un partenariat pour la création d'un laboratoire commun, Heracles³, pour la recherche et le développement des lasers intenses, en vue notamment d'applications industrielles, médicales et scientifiques. Le 7 décembre, c'est un autre laboratoire commun qui avait vu le jour, dédié pour sa part à la lutte contre les logiciels malveillants : Cybermallix, qui rassemble le Laboratoire lorrain de recherche en informatique et ses applications (CNRS/Inria/Université de Lorraine) et la société Wallix autour de solutions basées sur l'intelligence artificielle.

INTERNATIONAL

En décembre, le CNRS et l'Istituto Nazionale di Alta Matematica ont signé la convention de création de l'International Research Laboratory LYSM, Laboratoire Ypatia des sciences mathématiques, qui facilitera les collaborations entre les communautés mathématiques italienne et française.

Spiral 2

La fabrique des atomes

« *ci, c'est le paradis des lapins* », s'amuse Navin Alahari, directeur du Grand accélérateur national d'ions lourds (Ganil), en parcourant le vaste terrain de 32 hectares qui accueille les installations du laboratoire, en périphérie de Caen. En surface, rien ne laisse penser qu'enfoui 10 mètres sous terre, l'un des appareils les plus puissants au monde démarre progressivement. Initié en 2005, inauguré en 2016, le Ganil-Spiral2¹ – et son accélérateur linéaire de particules, le Linac – va permettre de faire de la science comme nulle part ailleurs.

Il aura nécessité, de sa conception à son assemblage, la collaboration entre la plupart des laboratoires de physique nucléaire français et à l'international. Capable de délivrer aussi bien des faisceaux d'ions légers (protons, deutons, hélium...) que des ions lourds avec une intensité de 10 à 100 fois supérieure à celle disponible aujourd'hui au Ganil, Spiral2 ouvre ainsi une ère nouvelle en recherche fondamentale et appliquée (médecine nucléaire, énergie ou aérospatial) sur le noyau de l'atome. « *Une mise en route comme celle-ci n'arrive que tous les vingt ans* », s'enthousiasme le directeur. L'objectif ? Sonder le cœur de la matière à une échelle et avec une précision inédites.

Créé en 1976 conjointement par le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) et le CNRS via l'Institut national de physique nucléaire et de physique des particules (IN2P3), le Ganil n'a cessé de se développer. Là, depuis près de quarante ans, des physiciens du monde entier viennent « casser » des ions

MATIÈRE

REPORTAGE À Caen, le nouvel accélérateur d'ions lourds du Ganil, Spiral2, achève sa mise en route. Véritable condensé de prouesses techniques, technologiques et humaines, ce projet unique au monde permettra d'explorer les scénarios de formation de la matière avec une précision inégalée.

PAR ANNE-SOPHIE BOUTAUD

accélérés pour obtenir de nouveaux atomes. Ses évolutions, dont Spiral2 constitue une étape majeure, lui ont permis de devenir l'un des plus grands laboratoires pour la recherche avec des faisceaux d'ions.

Les scientifiques peuvent ainsi étudier la structure des noyaux atomiques, les réactions (fission, transfert, fusion...) et les forces nucléaires en jeu, et, surtout, partir en quête de noyaux dits super-lourds, défiant les limites de stabilité des noyaux connus, et des noyaux exotiques, nés des étoiles, éphémères, instables et radioactifs qui n'existent pas sur Terre (on trouve 291 noyaux à l'état naturel sur Terre, 2 800 noyaux ont été synthétisés en

1. Système de production d'ions radioactifs accélérés en ligne de 2e génération. 2. Pour avoir une idée des ordres de grandeur des puissances dissipées, elles s'élèvent environ à 1 kW pour un fer à repasser et à 10 W pour une ampoule d'éclairage. 1 kW = 1000 W. 1 MW = 1000 kW. Une puissance de 1 watt correspond à un flux d'énergie de 1 joule par seconde.



► Les neutrons produits au début de la nouvelle salle d'expérimentation Neutrons for science (NFS) volent vers les détecteurs situés à l'autre bout de la pièce.

et les guider jusqu'aux salles d'expérience adjacentes. Mais derrière cette opération déjà très complexe, les scientifiques ont dû relever de nombreux défis, rassemblés autour d'un objectif principal : assurer la sécurité, tant technique qu'humaine, autour de la machine.

À la sortie de la source d'ions (un procédé français inventé et développé à Grenoble), située dans une salle en amont, les particules atteignent leur toute première étape : le quadripôle radiofréquence (RFQ), un électroaimant à quatre pôles. À l'intérieur de cette pièce en cuivre pur, composée de cinq tronçons de 1 mètre de longueur pour 1,6 tonne chacun, une onde radiofréquence les regroupe en paquets – au rythme de 88 millions de paquets par seconde – afin de pouvoir ensuite les injecter dans l'accélérateur linéaire supraconducteur.

Le Linac, accélérateur 100 % efficace

Autrement dit, par une géométrie complexe, le RFQ va venir ainsi pré-accélérer toutes les particules à 4 % de la vitesse de la lumière, décélérer celles en avance et pousser celles en retard. Et ainsi s'assurer qu'au sortir de l'instrument, toutes soient à leur place et envoyées au bon moment pour la suite de leur course folle. Un trésor d'ingénierie. « Si chaque pièce de Spiral2 est un prototype, le RFQ en est la pièce maîtresse, précise Bertrand Jacquot. Il repose sur une idée plutôt ancienne qui remonte aux années 1960. Mais à l'époque, nous n'avions pas encore les moyens technologiques pour le développer. »

laboratoire à ce jour). Dans ce laboratoire, plus d'une centaine d'entre eux ont déjà été découverts, synthétisés et étudiés. Aujourd'hui opérationnel, Spiral2 permettra d'aller encore plus loin. Mais le démarrage d'un tel instrument est un long processus ; pendant des mois, le nouvel accélérateur a été méthodiquement testé, organe après organe, pour en effectuer tous les réglages.

Le 13 octobre 2021, la machine est à l'arrêt ; scientifiques et techniciens préparent avec une grande précaution la prochaine expérience dans l'une des trois nouvelles salles de Spiral2, Neutrons for science (NFS). C'est l'occasion de déambuler dans ce complexe tentaculaire avec Bertrand Jacquot, physicien au Ganil. Il connaît les moindres recoins de ces immenses bâtiments, construits sur mesure pour accueillir Spiral2. Après un détour par les installations historiques (les cinq cyclotrons du Ganil), dosimètre à la ceinture, nous entrons dans la salle accueillant le Linac.

Haute technologie et haute sécurité

L'accélérateur se dévoile sous un enchevêtrement de câbles, d'électronique, de capteurs et d'électroaimants supraconducteurs. C'est ici, bercées par un ronronnement mécanique constant, que les particules vont atteindre, en 40 mètres, jusqu'à un quart de la vitesse de la lumière, soit 75 000 km par seconde, pour venir bombarder de petites cibles afin de créer l'élément dont on cherche à comprendre la structure atomique. Une véritable course se livre alors à l'intérieur de la machine. Le but : en les soumettant à une série de champs électromagnétiques, mettre les ions sous la forme d'un faisceau, les accélérer

► Le poste de commande déporté (PCD) de Spiral2 où les opérateurs se relaient pour une vigilance constante.



▲ Ligne de transport des faisceaux de haute énergie de Spiral2 au Grand accélérateur national d'ions lourds (Ganil), à Caen.

Les événements que l'on tente d'observer ici sont extrêmement rares. La précision requise est telle que provoquer ces collisions est souvent décrit comme le fait de lancer deux aiguilles d'un bout à l'autre de l'Atlantique en espérant qu'elles se percutent au milieu de l'océan. Plus on aura d'intensité, plus on aura de chance d'observer ces collisions en multipliant les événements – une question de probabilité. Pour atteindre ces objectifs, le Linac est cent fois plus intense que les installations historiques : jusqu'à 3×10^{16} particules s'élancent chaque seconde dans l'accélérateur linéaire. Mais ces particules, parce que chargées électriquement, se repoussent et certaines se perdent en route. Plus intense, plus puissant, plus complexe et plus efficace aussi, grâce au RFQ, le Linac accélère les particules avec une efficacité proche de 100 % – contre 20 % pour les cyclotrons historiques – avant de poursuivre leur chemin dans les 26 cavités accélératrices (ces cavités sont une spécialité française que l'on retrouve dans les grands accélérateurs internationaux), enfermées dans 19 modules cryogéniques à hélium liquide maintenant l'ensemble à une température de 4 Kelvin ($-269,15^\circ\text{C}$). Ici, (presque) rien ne se perd, tout se crée, tout se transforme.

Produire les noyaux les plus lourds

Lancés à leur pleine puissance, les faisceaux de particules vont achever leur route dans l'une des trois salles d'expériences de Spiral2 selon leur nature : Desir (dédiée aux noyaux exotiques à basse énergie), S3 (pour Super separator spectromètre) encore en cours d'installation, et NFS, la première à accueillir des scientifiques. Ce jour-là, des techniciens positionnent justement les détecteurs pour les expériences qui auront lieu la semaine suivante dans la salle NFS. Jean-Claude Foy, spécialiste en instrumentation et techniques expérimentales et lauréat de la médaille de cristal 2021, est aux manettes des opérations. Ici, on utilise essentiellement les neutrons, qui, comme leur nom l'indique, sont des particules neutres – non chargées. Les champs électromagnétiques n'ont donc aucun effet sur eux. Dans cette longue salle d'expérience, on mesure le temps que les neutrons mettent à parcourir la distance séparant leur point de production du détecteur, et par conséquent leur énergie. *« Si deux personnes font la course, elles atteindront une distance de 3 mètres à peu près au même moment, même si l'une est plus rapide que l'autre. Mais plus la distance est longue – 40 mètres – plus l'écart va se creuser, plus nous pourrons donc mesurer précisément des réactions »*, explique Héloïse Goutte, directrice-adjointe du Ganil.

La visite s'achève dans la salle S3 qui permettra d'identifier et de préciser la carte d'identité des éléments super-lourds, c'est-à-dire plus lourds que l'uranium. Encore en construction, il faudra sans doute patienter jusqu'en 2023



© CEA / PHILIPPE STROPPA

avant d'espérer y effectuer les premières expériences. *« L'un des noyaux phares, c'est le noyau d'étain 100, dit doublement magique, qui compte 50 protons et 50 neutrons. Au cœur d'une compétition internationale, il s'agit du dernier noyau doublement magique à étudier »*, nous explique Hervé Savajols, le coordinateur scientifique de S3. C'est pour la gagner que le Ganil s'est doté des faisceaux les plus intenses et d'un spectromètre de nouvelle génération.

Pour Héloïse Goutte, le succès de ce projet hors norme fut de mettre en accord des intelligences et des compétences individuelles, poursuivant un seul but : construire un équipement extrêmement complexe – et opérationnel. Spiral2 est avant tout le fruit de l'ambition collective d'une vaste collaboration scientifique. Et marque une aventure humaine réussie. ■

LES IDÉES



*Où l'on reconsidère nos relations à l'aune
d'une hormone, où l'on déconstruit les
clichés racistes et où l'on réfléchit aux vidéos
modifiées qui commencent à nous inonder.*

Ocytocine: du philtre d'amour au médicament



© LAURENCE HONNORAT

VIVANT



MATIÈRE



CHIMIE Impliquée dans diverses formes d'attachement dont l'amour, l'ocytocine pourrait aussi avoir un rôle thérapeutique, notamment dans le traitement de l'autisme. Entretien avec Marcel Hibert qui décrypte les mécanismes de cette hormone.

PROPOS RECUEILLIS PAR ANNE-SOPHIE BOUTAUD

Vous étudiez depuis plus de vingt ans l'ocytocine et son rôle dans les troubles du comportement. Qu'est-ce qui vous a poussé à vous intéresser à cette hormone qu'on a un temps qualifié de « molécule de l'amour » ?

Marcel Hibert¹. Chimistes et biologistes abordent déjà les questions des mécanismes moléculaires de la vie, de la mort, de la maladie... pourquoi pas ceux de l'amour ? Je me posais cette question dès 1997, sans avoir de point d'entrée pour l'aborder. Cette année-là, avant de prendre mes fonctions au Laboratoire d'innovation thérapeu-

tique à Strasbourg, j'ai assisté à une conférence à Montréal sur les hormones de l'hypophyse. Thomas Insel, pharmacologue américain, présente son étude sur des petits rongeurs, les campagnols. Parmi eux, deux populations se distinguent par leur habitat et leurs comportements. Les campagnols des prairies sont monogames et particulièrement attentionnés envers leurs petits. Au contraire, leurs cousins des montagnes sont polygames et peu enclins à la parentalité.

Comment expliquer cette différence de comportement ? Insel et son équipe ont identifié comme respon-

NEUROHORMONES

Substances synthétisées par des cellules nerveuses et sécrétées dans le sang circulant pour agir à distance sur des cellules cibles.

sables deux neurohormones, l'ocytocine² et la vasopressine³, connues jusque-là respectivement pour leur rôle dans l'accouchement et la miction. En injectant de l'ocytocine dans le cerveau des campagnols des montagnes, leur comportement s'inverse : ils deviennent moins volages et plus prévenants envers leur progéniture. À l'inverse, en bloquant les récepteurs de l'ocytocine chez les campagnols des prairies, ils deviennent polygames, moins impliqués auprès des petits et moins sociables. J'avais donc enfin, par le biais de ces deux molécules, un fil à tirer pour aborder l'étude de mécanismes moléculaires de l'amour.

Ocytocine, vasopressine : qu'est-ce qui distingue ces deux hormones ?

M. H. Sécrétées au même endroit du cerveau, ces deux neurohormones sont en fait cousines. Depuis les années 1960, l'ocytocine était surtout connue pour provoquer l'accouchement, alors que la vasopressine l'était

1. Marcel Hibert, lauréat de la médaille d'argent du CNRS 2006, est professeur à la faculté de pharmacie de l'université de Strasbourg où il a dirigé pendant vingt ans le Laboratoire d'innovation thérapeutique (CNRS/Univ. de Strasbourg). 2. En 1906, le Britannique Henry Pale met en évidence, entre autres, les propriétés contractiles de l'ocytocine (du grec *ôkus*, « rapide », et *tokos*, « accouchement », substance induite par l'hypophyse). 3. L'existence de la vasopressine est postulée en 1895 par deux physiologistes anglais, George Oliver et Sir Edward Albert Schäfer.



© PASCAL BACHELET / BSIP

► L'ocytocine est impliquée dans l'attachement précoce mère-enfant

tout le corps, en flux continu, avec des pics de production comme lors de l'accouchement⁴ ou de l'allaitement. On sait désormais qu'elle protège le nouveau-né de la douleur et de l'hypoxie (*manque d'oxygène*, *Ndlr*) lors de l'accouchement, et qu'elle participe à la construction de son microbiote. Dans les premiers jours, elle lui permet de décrypter les émotions primaires dans les regards et sur les visages qui l'entourent, et de créer un lien affectif avec son entourage.

Plus largement, l'ocytocine participe ensuite à la construction et au renforcement de liens particuliers et d'interactions sociales. Mais l'ocytocine en spray nasal ne nous apportera pas le succès, ni en affaire ni en amour.

Justement le spray nasal est déjà utilisé depuis quelques années. Pourquoi l'utilisation de l'ocytocine pour de nouveaux traitements thérapeutiques est-elle si difficile ?

M. H. Dans certains pays, le spray nasal est administré comme médicament pour faciliter l'éjection du lait maternel. C'est en fait le seul moyen de faire parvenir un peu d'ocytocine dans le cerveau, mais les doses administrées ne sont pas contrôlables et la molécule est dégradée en quelques minutes. La voie orale est aussi exclue car la molécule est trop grosse pour passer la barrière gastro-intestinale. Par voie intraveineuse ou intramusculaire, son activité est limitée car elle est très rapidement métabolisée. Le défi pour le chimiste est donc d'imaginer une molécule nouvelle, brevetable, stable, capable de pénétrer dans le cerveau après administration par voie orale, d'y mimer l'ocytocine et de traiter efficacement la pathologie ciblée.

Nous avons abordé ce projet en mettant en œuvre diverses stratégies : les relations structure-activité classiques, le criblage de la

Chimiothèque nationale (*organisme qui regroupe une collection unique de molécules créée en 2003*, *Ndlr*), la conception rationnelle à partir de modèles tridimensionnels de l'ocytocine dans son récepteur... Or il apparaît que le récepteur de l'ocytocine est particulièrement protégé : il faut deux hormones fixées simultanément dans deux récepteurs adjacents pour provoquer la réponse cellulaire attendue. La nature prévient ainsi toute activation inopinée. Après vingt ans de recherche, nous avons fini par lever ce verrou et identifier une molécule de synthèse qui agit de la même manière que l'ocytocine, le LIT-001. Cette molécule est la première à restaurer l'interaction sociale dans un modèle animal d'autisme⁵. D'autres analogues plus puissants et spécifiques ont depuis été découverts et seront prochainement brevetés, avant un potentiel développement qui prendra au mieux huit à dix ans d'investissement industriel.

Quelles autres pathologies pourraient bénéficier d'un traitement par votre mime d'ocytocine ?

M. H. Le traitement des symptômes primaires des troubles du spectre autistique reste notre priorité. Un autre espoir réside dans le traitement de la dépression post-partum qui touche 10 à 15 % des femmes. Il est démontré que l'ocytocine, déjà présente au cours de la grossesse et surproduite lors de contacts peau à peau avec l'enfant, diminue la gravité et la durée des épisodes dépressifs. Cette hormone pourrait aussi être utilisée pour traiter la douleur, le sevrage aux drogues, certaines formes de schizophrénie, l'anxiété sociale et post-traumatique, l'anorexie et la boulimie, voire le chagrin d'amour... En attendant, soulignons que l'amour n'est pas réductible à une hormone, un gène, ou à une nécessité de survie de l'espèce. Hors pathologie, pas besoin de médicament. Par les regards échangés, le toucher, le baiser, l'orgasme et nos interactions sociales, laissons monter l'ocytocine qui est en nous. **II**

pour son activité antidiurétique. Au cours des vingt dernières années, leur rôle crucial dans diverses formes d'attachement a été découvert. Leurs fonctions sont parfois similaires, parfois complémentaires, tout en ayant probablement des spécificités de genre : par exemple, la formation de couple est plutôt sous contrôle de l'ocytocine pour la femelle, et sous influence de la vasopressine chez les mâles.

L'ocytocine est-elle donc l'hormone de l'amour ?

M. H. Non, le prétendre serait un raccourci abusif. L'ocytocine est présente chez les animaux à reproduction sexuée depuis des millions d'années. À mon sens, l'évolution l'a sélectionnée pour associer du plaisir à toutes les fonctions nécessaires à la survie de l'espèce. Synthétisée par le cerveau, cette hormone est produite dans l'hypothalamus puis envoyée dans l'hypophyse. En passant par la circulation sanguine, elle diffuse dans


À lire :
Ocytocine mon amour,
Marcel Hibert,
humensciences, 2021,
288 p., 19 €.

4. Elle est utilisée en obstétrique depuis 1957 aux États-Unis, 1970 en France. Aujourd'hui, deux tiers des accouchements français seraient provoqués par administration d'ocytocine de synthèse. 5. Frantz MC *et al.*, « LIT-001, the First Nonpeptide Oxytocin Receptor Agonist that Improves Social Interaction in a Mouse Model of Autism », *J Med Chem*. 2018 Oct 11;61(19):8670-8692. DOI: 10.1021/acs.jmedchem.8b00697



 Lire l'intégralité de l'article sur lejournal.cnrs.fr

SOCIÉTÉS



Déconstruire le racisme des images

ENTRETIEN Réunissant près de 250 images, un ouvrage décrypte l'imposante – et glaçante – production iconographique ayant servi de support, au fil des siècles, à la xénophobie, à l'esclavage, à l'antisémitisme, bref, à la haine de l'« autre ». Entretien avec l'un des coauteurs, l'anthropobiologiste Gilles Boëtsch.

PROPOS RECUEILLIS PAR PHILIPPE TESTARD-VAILLANT

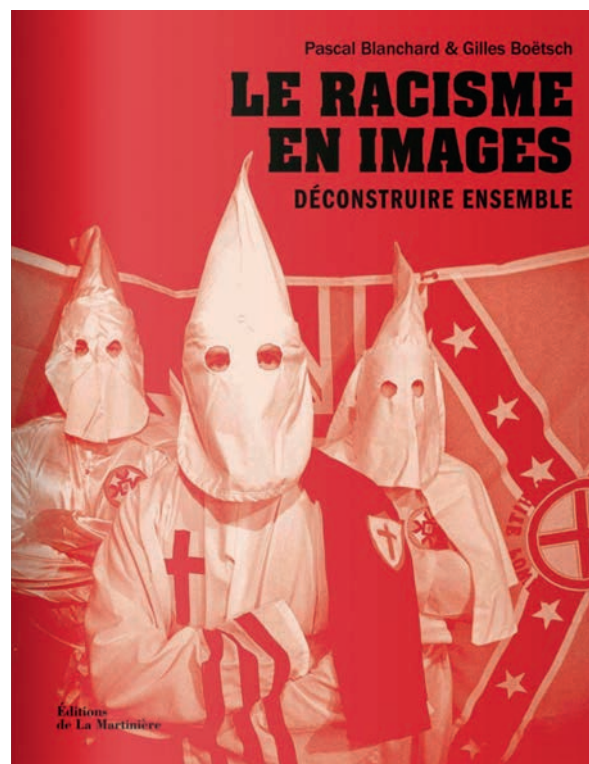
Quel est le principe de base d'une image raciste ?

Gilles Boëtsch ¹. Qu'il s'agisse d'un tableau, d'une photographie, d'une affiche de propagande, d'un dessin de presse, d'une carte postale, d'un film, d'une publicité..., une image raciste est une image qui met l'« autre » en état d'infériorité, qui le rejette dans une sorte d'inhumanité. Une des manières de rabaisser et d'humilier celui que l'on considère comme un être inférieur, de montrer qu'il n'est pas humain, est de l'animaliser. Ainsi, les représentations iconographiques des traits négrières qui apparaissent et s'imposent au XVIII^e siècle réduisent fréquemment l'Africain à une apparence simiesque (orang-outang ou gorille pour les hommes, ouistiti pour les femmes...). De même, dans l'imaginaire antisémite qui a culminé avec le nazisme, les Juifs sont très souvent figurés en rats (des animaux vivant en bandes et porteurs de maladies), en cafards (pour suggérer l'invasion), en rapaces et en corbeaux (des charognards), en porcs, en morpions et en poux (pour le manque d'hygiène), en boucs (diabolisation)... Les images racistes traduisent une hantise du

métissage, une phobie de la perte d'identité (biologique ou culturelle), une angoisse de la destruction de soi.

Toutes les sociétés produisent-elles des images racistes ?

G. B. Oui, ce processus est commun à toutes les cultures qui construisent une pensée et une pratique de l'image. Partout, de tout temps, l'« autre » inquiète, angoisse, à des degrés divers. On s'efforce de le mettre à distance, de préserver l'entre-soi bien que les sociétés, pour vivre, aient aussi besoin d'échanger. En Occident, au moment des Croisades (XI^e-XIII^e siècle), les images ont stigmatisé les « Mahométans » et commencé à prêter aux musulmans, aux Orientaux, aux Arabes, certains traits identitaires (fourberie, libido incontrôlable) qui vont imprégner l'imaginaire collectif européen pendant des siècles. Lors de la découverte de l'Amérique, les populations amérindiennes ont été dépeintes comme vivant nues et étant cannibales, une pratique considérée comme une ligne de démarcation radicale entre civilisation et sauvagerie. Plus tard, les images ont réduit les Noirs d'Afrique mis en esclavage à



“L'Histoire ne s'écrit pas avec une gomme. Elle se regarde en face, comme ces images.”



À lire :
Le Racisme en images. Déconstruire ensemble
Pascal Blanchard et Gilles Boëtsch, Éditions de la Martinière, oct. 2021, 239 p., 29,90 €.

l'état de simple marchandise. Et à la fin du XIX^e siècle, l'expansion coloniale a généré des millions d'images destinées à légitimer l'existence de « races inférieures » et exalter la « mission civilisatrice » des Européens à l'égard des « indigènes ». Après l'effondrement du nazisme, la politique de l'apartheid en Afrique du Sud, les mouvements européens d'ultra-droite ou suprémacistes américains comme le Ku Klux Klan, la thématique de la migration associée aux clandestins et au travail illégal, l'homophobie, la misogynie..., ont continué à susciter de multiples images dévalorisantes.

Comment expliquer l'impact de ces images sur le plus grand nombre ?

G. B. Un texte n'a pas la force d'une image. Les images racistes, en mobilisant l'émotionnel et l'irrationnel,

¹ Gilles Boëtsch est anthropobiologiste, directeur de recherche émérite au CNRS (laboratoire Environnement, santé, sociétés : CNRS/ CNRS/Univ. Gaston Berger Saint-Louis du Sénégal/ Univ. Cheikh Anta Aïop/Univ. des sciences, des techniques et des technologies de Bamako).

À LIRE, À VOIR

frappent davantage que des discours savants ou des slogans politiques. Elles sont d'une efficacité redoutable, surtout si leurs auteurs manient habilement l'humour, la caricature, le stéréotype et elles reflètent la pensée dominante. Sans oublier que les images qui enferment l'« autre » dans une altérité absolue préparent les esprits à de possibles atrocités. On l'a vu avec le national-socialisme. La diffusion massive et répétitive d'images antisémites a contribué à ce que la solution finale s'impose à l'opinion publique allemande comme une évidence.

Déconstruire des images fabriquant de la hiérarchie et de l'exclusion, comme le propose votre livre, en quoi cela consiste-t-il ?

G. B. Déconstruire veut dire rechercher l'origine des préjugés qui sous-tendent chacune des images, identifier le substrat idéologique sur lequel elles reposent. Chaque image de ce livre destiné au grand public, en particulier aux enseignants du secondaire, est contextualisée de manière à rendre intelligible les différents mécanismes qui l'ont générée ainsi que les effets nocifs qu'elle a produits. Déconstruire, pour nous, ne signifie absolument pas détruire. Il ne faut pas brûler les images racistes, aussi choquantes soient-elles, ni déboulonner les statues, comme le voudraient les tenants de la *cancel culture*. Il faut conserver ces traces de notre passé en expliquant aux jeunes générations les origines et les conséquences du discours racial. L'Histoire ne s'écrit pas avec une gomme. Elle se regarde en face, comme ces images. C'est pourquoi nous avons également demandé à une quinzaine de chercheurs, d'artistes, d'écrivains, de commenter une image de leur choix, que ces personnalités aient été confrontées au racisme ou qu'elles aient réfléchi à la question. ■

Archéologie



Du cercle polaire à la Méditerranée, Ludovic Slimak part sur les traces de l'homme de Néandertal,

et en dresse un portrait bien plus nuancé que celui qui a émergé ces dernières années. Une enquête passionnante par l'un des meilleurs spécialistes du sujet : avec ses collègues, Ludovic Slimak a fait sensation en février en annonçant la découverte d'une dent dans une grotte de la Drôme semblant montrer qu'*Homo sapiens* était présent en Europe il y a 54 000 ans, soit 12 000 ans plus tôt que ce que l'on pensait !

Néandertal nu, Ludovic Slimak, Éditions Odile Jacob, janv. 2022, 238 p., 22,90 €.

Maths



Mêlant bande dessinée et pages plus didactiques, cet ouvrage revient sur le destin exceptionnel

de Sophie Germain. Première femme à remporter un prix, en 1816, de l'Académie des sciences, cette mathématicienne aura fait preuve d'audace, pour s'imposer dans un milieu proscrit aux femmes (elle ira jusqu'à se faire passer pour un homme), et de génie dans ses travaux comme le rappelle ce livre nourri par des scientifiques reconnus.

Les Audaces de Sophie Germain, Elena Tartaglioni, Adriana Filippini, Annalisa Ferrari, Hervé Pajot (dir. scientifique), Petit à Petit, avril 2021, 66 p., 16,90 €.

Neurosciences

Cette année encore, le cerveau est à l'honneur durant une semaine, du 14 au 20 mars, avec de nombreux événements en virtuel et en présentiel organisés en Europe et dans plus de 120 villes en France. Le programme de cette nouvelle édition de la Semaine du cerveau, dont le CNRS est partenaire, couvre une palette phénoménale de thèmes allant du sommeil à la mémoire, en passant par la créativité, les addictions ou encore l'impact du Covid-19 sur la santé mentale. Une occasion à ne pas manquer de faire le point sur les dernières découvertes sur cet organe au centre de nos vies. www.semaineducerveau.fr

Société



Hikikomori. Ce phénomène, où de jeunes adultes reclus dans leur chambre tentent d'échapper

à la pression de la société est apparu au Japon à la fin des années 1980 et est désormais mondial. Avec l'expérience de confinement liée au Covid, il a pris un relief nouveau. Dans cet ouvrage, des spécialistes reviennent sur les causes de cette mise en retrait et sur la meilleure façon d'accompagner les jeunes pendant et à la sortie de leur confinement.

Hikikomori, une expérience de confinement, Natacha Vellut, Claude Martin, Cristina Figueiredo et Maia Fansten (dir.), Presses de l'EHESP, mars 2021, 192 p., 25 €.

Histoire



Adoption de l'écriture romaine dans l'imprimerie en 1470, exécution de la « dernière sorcière »

d'Europe en 1782, décollage de la fusée Europa II en 1971. C'est une histoire méconnue ou oubliée de l'Europe que cet ouvrage dessine, en s'arrêtant sur 120 dates qui, pour une raison ou une autre, ont fait que le Vieux Continent est ce qu'il est. Un ouvrage étonnant à découvrir en exclusivité sur cnrslejournal.fr avec une série de bonnes feuilles.

Chroniques de l'Europe, sous la coordination de Sonia Bledniak, Isabelle Matamoras et Fabrice Virgili, CNRS Éditions, janv. 2022, 272 p. 20 €. Également disponible au format numérique.

Linguistique



Voici le nouvel outil de référence des linguistes mais aussi de tous ceux qui s'intéressent à la langue française ! Premier ouvrage de cette ampleur depuis *Le Bon Usage* de Grévisse, *La Grande Grammaire du français* fait le point sur le français contemporain écrit, oral, en France et à l'étranger : sa grammaire, sa syntaxe, son interprétation, les questions de lexique, les mots grammaticaux ou encore l'intonation. Cet ouvrage met en lumière la richesse, la variété et les évolutions de la langue, n'hésitant pas à remettre en cause certaines injonctions au « bon usage ».

La Grande Grammaire du français, Anne Abeillé et Danièle Godard (dir.), en collaboration avec Annie Delaveau et Antoine Gautier, Actes Sud, oct. 2021, 2 628 p., 89 €. Édition en ligne : <https://grandegrammairedufrancais.com> (39 €/an).

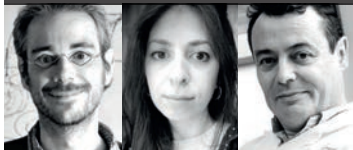
À lire sur cnrslejournal.fr

« Anatomie d'une langue en mouvement », entretien avec Anne Abeillé, du Laboratoire de linguistique formelle (CNRS/ Université de Paris).



L'étonnante acceptabilité des deep-fake

© DEBORAH LOPATIN © MÉLANIE FREDRICH © CHU LILLE



Par Jean-Julien Aucouturier, Nadia Guerouaou et Guillaume Vaiva, chercheurs en sciences cognitives¹.

Nous sommes de plus en plus confrontés à des outils de visioconférence, de streaming vidéo ou à des plateformes interactives, comme Zoom, Tiktok, etc., permettant de modifier notre apparence et notre voix, en direct ou non, grâce à des algorithmes : les fameux « deep-fake ». Aujourd'hui déjà, ou dans peu de temps il sera difficile de savoir si la personne avec qui on parle à distance est réellement telle qu'elle apparaît à l'écran ou si elle utilise un filtre qui transforme sa voix ou son visage.

Malgré l'emballement médiatique sur ces deep-fake, révélés notamment grâce à une bluffante vidéo truquée de Barack Obama qui lui faisait dire, en 2018, que « Donald Trump est un "idiot" », il n'y a pas eu d'étude sur la perception morale qu'en a le grand public. Le montage sur Obama, produit grâce au réalisateur et comédien Jordan Peele, et à l'aide d'un logiciel d'intelligence artificielle permettant de coordonner finement les mouvements des lèvres d'une ancienne vidéo avec les mots d'un nouveau doublage vocal, voulait alerter sur les dangers en matière de manipulation des foules. Mais d'autres usages des deep-fake, dans le domaine médical ou la vente à distance par exemple, sont-ils moralement acceptables et dans quelles conditions ?

Pour le savoir, nous avons conçu une étude qui a été récemment publiée dans la revue *Philosophical Transactions B* de la Royal Society. Nous y expliquons avoir présenté à

SOCIÉTÉS



NUMÉRIQUE



INFORMATIQUE Les progrès rapides des deep-fake nécessitent une réflexion éthique sur leur utilisation. Explications avec des chercheurs en sciences cognitives qui ont mené une étude sur la perception qu'en a le grand public.

trois cents Français (majoritairement jeunes, urbains et étudiants, représentatifs des futurs utilisateurs de ces technologies) différents scénarios hypothétiques d'application de transformations vocales émotionnelles.

Moralement acceptables

Dans ces scénarios « à la *Black Mirror* », on trouve notamment celui de l'employé de centre d'appels qui transforme la voix de ses clients mécontents pour moins souffrir de leur agressivité ; du politicien qui rend sa voix plus convaincante ; mais aussi des situations thérapeutiques comme celle d'un patient dépressif qui rend sa voix plus « souriante » pour ses proches, ou d'une personne stressée qui se calme en écoutant une version apaisée de sa propre voix. Certains de

ces scénarios sont d'ailleurs inspirés de nos travaux précédents, sur la façon de parler permettant de paraître le plus honnête possible par exemple, et de ceux de la start-up Alta Voce². Ce qui était au départ pour nous un simple outil d'expérimentation en laboratoire a pris une dimension beaucoup plus réelle depuis la crise sanitaire et le développement des outils de visioconférence.

Résultats : les personnes testées ont trouvé la majorité de ces scénarios moralement acceptables, y compris, et c'est surprenant, quand l'observateur n'est pas informé que la voix de son interlocuteur est modifiée. Cela vaut pour des situations thérapeutiques, comme nous nous y attendions, mais également pour des situations d'augmentation pure de capacités qui ont pourtant un fort parfum de transhumanisme. Au final, la seule situation qui semble poser problème est de cacher à l'utilisateur le fait que sa propre voix est modifiée algorithmiquement.

Par ailleurs, nos participants ne montrent aucune différence d'acceptabilité entre deux situations opposées : leur avis est le même que les



Une fois par mois, retrouvez sur lejournale.cnrs.fr les Inédits du CNRS, des analyses scientifiques originales publiées en partenariat avec Libération.

¹. Jean-Julien Aucouturier est directeur de recherche CNRS en sciences cognitives à l'institut Femto-ST (Institut Franche-Comté électronique mécanique thermique et optique - sciences et technologies (CNRS/Comue université Bourgogne Franche-Comté). Nadia Guerouaou est psychologue au Centre régional PsychoTraumas des Hauts-de-France et doctorante en neurosciences cognitives aux laboratoires Lille Neuroscience & Cognition (Inserm/Université de Lille/CHU de Lille) et Sciences et technologies de la musique et du son (STMS - Ircam/CNRS/Ministère de la Culture/Sorbonne Université). Guillaume Vaiva est professeur de psychiatrie à l'université de Lille et coresponsable scientifique du Centre national de ressources et résilience (CN2R). ². Née de notre projet ERC Proof of Concept Activate. ³. En collaboration avec les Pr Tarek Sharshar et Martine Gavaret du GHU Paris Psychiatrie et Neurosciences.

You Won't Believe What Obama Says In This Video! 😊



► Le deep-fake d'une vidéo de Barack Obama, réalisé par Jordan Peele (à droite), illustre dès 2018 les dangers de ces trucages en matière de manipulation des foules.

transformations vocales s'appliquent à eux-mêmes ou à d'autres personnes qu'ils écouteront. Alors qu'au contraire, il a été montré que pour des technologies comme les véhicules autonomes, les participants ne voudraient pas acheter une voiture qui épargnerait le piéton plutôt que le conducteur en cas d'accident, tout en reconnaissant que c'est là le choix le plus moralement acceptable. Nous avons aussi montré que plus les utilisateurs sont familiers de ces néo-usages de technologies émergentes, via la littérature ou les films et séries de science-fiction par exemple, plus ils les trouvent moralement acceptables. Tout cela crée donc les conditions pour une adoption massive de ces technologies, à rebours de la tendance manifeste au « techlash » (contraction de *backlash* – « retour de bâton » ou « réaction violente » en anglais – et *technology*) observée ces dernières années, comme l'animosité croissante envers les Gafam.

Menaces de manipulation

De nombreuses applications sont certes inoffensives, voire vertueuses. C'est le cas par exemple de l'application de transformation de voix dans un contexte thérapeutique pour les patients souffrant de trouble de stress post-traumatique, en cours de développement dans notre laboratoire, ou de transformations de voix rendues « souriantes » pour évaluer les réactions des patients dans le coma³. Mais ces techniques s'accompagnent aussi d'évidentes menaces. Chacun peut craindre, au niveau indi-

viduel, l'usurpation d'identité sur les réseaux sociaux, comme le cas de la jeune influenceuse moto dite « @azusagakuyuki » qui s'avéra être un homme de 50 ans, ou encore sur les applis de rencontre. À l'échelle de la société, c'est aussi le risque d'une aggravation des discriminations, avec par exemple des entreprises qui inciteraient leurs employés à masquer technologiquement un accent étranger dans le cadre de la relation client.

L'accélération du rythme de ces innovations nécessite donc une adaptation continue et difficile de la part des usagers, des décideurs et des experts. Il nous semble ainsi indispensable de penser très en amont nos travaux dans le cadre d'une réflexion éthique sur leurs utilisations potentielles et d'accompagner académiquement leur valorisation industrielle, comme nous le faisons avec Alta Voce. À l'heure où le débat public semble alterner entre idéologie technicienne et méfiance généralisée, les sciences humaines et sociales sont donc plus que jamais nécessaires pour étudier notre rapport aux nouvelles technologies et développer une méthodologie plus inclusive impliquant les utilisateurs. II



Lire l'intégralité du point de vue sur lejournal.cnrs.fr

À LIRE



Décryptage

Jean-Sébastien Steyer¹, le paléontologue qui a déjà mis son talent au service d'une anticipation sur les animaux du futur, d'un bestiaire des extraterrestres de la SF et d'une relecture de Tolkien à l'épreuve des sciences, s'attaque à présent au monumental *Trône de fer*. Modèle climatique du monde connu, géographie des lieux, analyse de la langue commune et du fameux dothraki, validité anatomique des dragons et parenté des direwolves avec nos loups... l'ouvrage, joliment illustré, veut offrir toutes les clés scientifiques de la saga grâce aux experts réunis autour du paléontologue. Très investi dans la vulgarisation scientifique, celui-ci annonce aussi ses intentions dans une introduction à l'écho inquiétant : « *Puisse ce grimoire que vous tenez entre les mains repousser le plus longtemps possible l'hiver qui vient, celui de la raison, car lui est bien réel.* » *Winter is coming?*

Le Trône de fer et les sciences, Jean-Sébastien Steyer (dir.), Belin, nov. 2021, 256 p., 32 €.

¹. Centre de recherche en paléontologie (CNRS/MNHN/Sorbonne Université).



de Denis Guthleben,
historien au CNRS

La force tranquille d'une loi

« *La recherche scientifique et le développement technologique sont des priorités nationales.* » Onze mots qui, sans détours ni fioritures, ont affirmé une ambition. Onze mots qui, il y a quarante ans, ont établi un principe. Onze mots qui forment l'article initial de l'un des jalons de l'histoire récente de la recherche dans notre pays : la loi d'orientation et de programmation (LOP) du 15 juillet 1982...

Promesses tenues

Les relations entre le pouvoir et les scientifiques ne sont pas au beau fixe en France à l'aube des années 1980. Budgets en berne, étiage des recrutements, une méfiance réciproque s'est installée à l'approche de la présidentielle de 1981, que les déclarations véhémentes d'une secrétaire d'État aux universités n'ont pas contribué à apaiser. Justement, l'un des candidats a perçu la brouille : « *Chercheurs français, retrouvez confiance ! Au temps du mépris, je substituerai le temps du respect et du dialogue* », annonce François Mitterrand à quelques jours du premier tour...

Une fois n'est pas coutume, la promesse n'a pas engagé que celles et ceux qui l'ont écoutée : après la conquête de l'Élysée et la vague rose au palais Bourbon, le président de la République confie au ministre d'État de la Recherche et de la Technologie, Jean-Pierre Chevènement, le soin de mettre sur pied une large consultation de la communauté scientifique. Cet élan démocratique n'est pas sans précédents : le colloque de Caen, patronné par Pierre Mendès France en 1956, de même que le Comité national, fondé par le CNRS à la Libération, ont eux aussi répondu à cette aspiration d'associer les scientifiques aux évolutions du paysage de la recherche.

Jamais toutefois la démarche n'avait pris une telle ampleur : 31 assises régionales sont organisées dans les mois qui suivent, qui mobilisent plus de 25 000 partici-

pants et aboutissent à la rédaction de quelque 7 000 propositions. Leur synthèse est présentée à Paris du 13 au 16 janvier 1982, lors d'un colloque où François Mitterrand annonce la préparation pour l'été suivant d'une grande loi pour la recherche.

Grande, cette loi l'a été au vu des transformations qu'elle a introduites. Si ses ambitions budgétaires – porter les dépenses de recherche développement à 2,5 % du PIB en 1985 – ont vite été révisées à la baisse avec le « tournant de la rigueur » de mars 1983, elle a posé des bases qui, bon an mal an, continuent de soutenir l'enseignement supérieur et la recherche (ESR). La loi d'orientation et de programmation et les textes législatifs qui l'ont prolongée n'ont pas seulement établi les principaux axes de la recherche pour les années suivantes, programmes fondamentaux ou mobilisateurs, coopération internationale et en particulier européenne, rôle des régions issues de la décentralisation de mars 1982... Ils ont aussi revisité les statuts et le fonctionnement de la plupart des établissements – le CNRS en premier lieu qui, placé au cœur du dispositif, est devenu dans la foulée un Établissement public à caractère scientifique et technologique (EPST), appuyé sur des « départements scientifiques », ancêtres de nos instituts.

Coopération européenne, missions, statuts...

Création des groupements d'intérêt public, promotion d'« *un véritable essor de la recherche industrielle [...] avec le soutien de l'État* » – le crédit d'impôt recherche est dans les tuyaux, il entrera en vigueur l'année suivante –, soutien appuyé aux sciences humaines et sociales qui « *seront dotées de moyens nécessaires pour leur permettre de jouer leur rôle dans la restauration du dialogue entre science et société* »... rares sont les dispositions de la loi et de ses – longues – annexes qui ne méritent pas d'être relues et méditées. Y compris et tout particulièrement les sections relatives aux « *missions et statuts des personnels* » qui ont conduit, à la faveur de décrets d'application en décembre 1983 et 1984, à la reconnaissance du statut de la fonction publique aux personnels des EPST et en premier lieu du CNRS... une réforme qui a fait couler depuis le milieu des années 1980 des tonnes d'encre et de salive dont on ne voit toujours pas le fond !

Mais au-delà des polémiques, il faut lire, relire et faire lire la LOP, ne serait-ce que pour les vertus analeptiques de son article initial : oui, « *la recherche scientifique et le développement technologique sont des priorités nationales* », et on aimerait tant l'entendre de toutes parts avec vigueur aujourd'hui, à la veille de nouvelles échéances électorales... II

“[...] rares sont les dispositions de la loi et de ses – longues – annexes qui ne méritent pas d'être relues et méditées.”

CARNETS DE SCIENCE

La revue du CNRS

#11 actuellement
en vente
en librairie et Relay

200 pages / 12,50 €

www.carnetsdescience-larevue.fr

cnrs

CNRS EDITIONS

Entrez dans
les coulisses
de la recherche



Prix Bettencourt *Coups d'élan pour la recherche française* LAURÉATS 2021



MOUNIA LAGHA

Directrice de recherche au CNRS

INSTITUT DE GÉNÉTIQUE
MOLÉCULAIRE DE MONTPELLIER

Contrôle de la précision
de l'expression des gènes
au cours du développement



JEAN-LÉON MAÎTRE

Chargé de recherche au CNRS

INSTITUT CURIE, PARIS

La mécanique de la formation
du premier épithélium
des mammifères



ALBERT WEIXLBAUMER

Directeur de recherche à l'Inserm

INSTITUT DE GÉNÉTIQUE
ET DE BIOLOGIE MOLÉCULAIRE
ET CELLULAIRE, ILKIRCH

Études structurales et biochimiques
du couplage entre la transcription
et l'épissage des ARN messagers



MATHILDE TOUVIER

Directrice de recherche à l'Inserm

CENTRE DE RECHERCHE EN ÉPIDÉMIOLOGIE
ET STATISTIQUES, BOBIGNY

Approche épidémiologique des relations
Nutrition-Santé : focus sur la transformation
et la formulation des aliments
et le risque de maladies chroniques

DONNONS DES AILES AUX TALENTS

La Fondation Bettencourt Schueller soutient les chercheurs, les équipes
et les instituts de recherche publics en sciences de la vie.

Elle investit pour le rayonnement
de la recherche française et l'amélioration de la santé humaine.



Fondation
Bettencourt
Schueller



PLAN DE RELANCE

VOTRE LABORATOIRE A UN PROJET AVEC UNE ENTREPRISE ?



Le Plan France Relance permet le financement de chercheurs et ingénieurs affectés à des projets communs de recherche entre laboratoires publics et entreprises.

La mesure de « préservation de l'emploi de R&D des entreprises » prévoit jusqu'à 80% de la rémunération de ces personnels.



**Renseignements auprès du Service partenariat
& valorisation CNRS de votre région**