

en DIRECT

LE JOURNAL DE LA RECHERCHE ET DU TRANSFERT DE L'ARC JURASSIEN - NUMÉRO 319 - JUILLET-AOÛT 2025

GRAND FORMAT [MÉDECINE DU FUTUR]

Technologies et santé, des alliances fortes

CRIS D'ALERTE

Analyse grammaticale chez
des singes d'Afrique de l'Ouest

ARCHÉOLOGIE

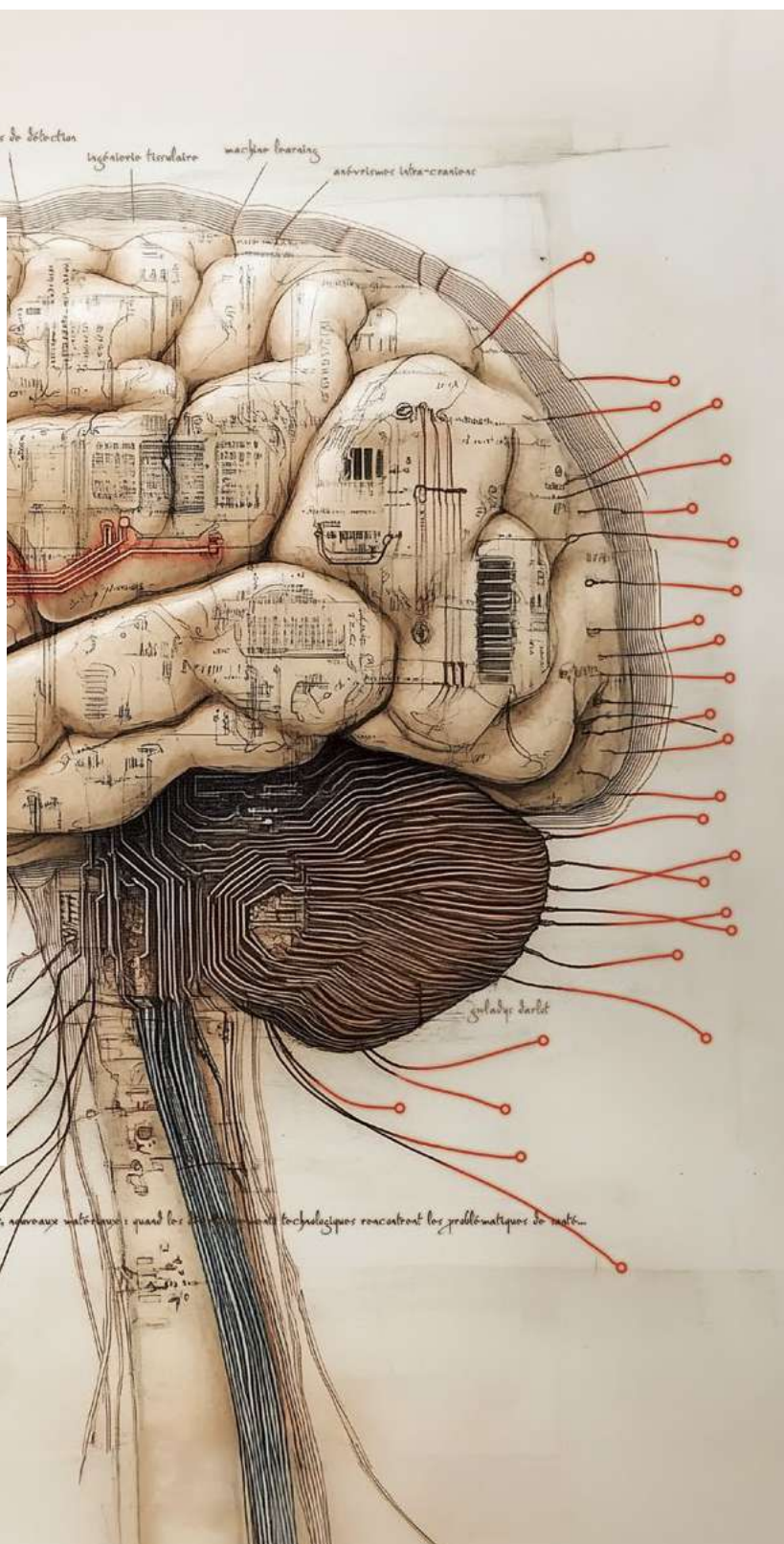
Couan : un sanctuaire,
un trésor, et un nouveau
dieu gaulois

ROIS DE L'ILLUSION

Magie : les tours de
passe-passe du cerveau

HISTOIRE [DE L'ART]

Images d'Amérique



en direct à 219 médecine et techniques

Intelligence artificielle, impression 3D, réalité virtuelle, micro- et nanodispositifs, nouveaux matériaux : quand les dernières avancées technologiques rencontrent les problématiques de santé.

EN DIRECT

NUMÉRO 319 - JUILLET-AOÛT 2025

3 | ACTUALITÉS

- Hugues Daussy relève le défi d'une nouvelle université
- Une chaire de mécénat pour l'ISIFC
- Interactions fer / carbone et émissions de gaz à effet de serre
- Comprendre les déplacements des espèces pour favoriser la biodiversité
- Analyse grammaticale chez des singes d'Afrique de l'Ouest
- L'art de l'éloquence politique selon Cicéron
- Couan : un sanctuaire, un trésor, et un nouveau dieu gaulois
- L'aventure du doctorat
- Second tome de *Trésors du savoir*
- Magie : les tours de passe-passe du cerveau

12 | HISTOIRE [DE L'ART]

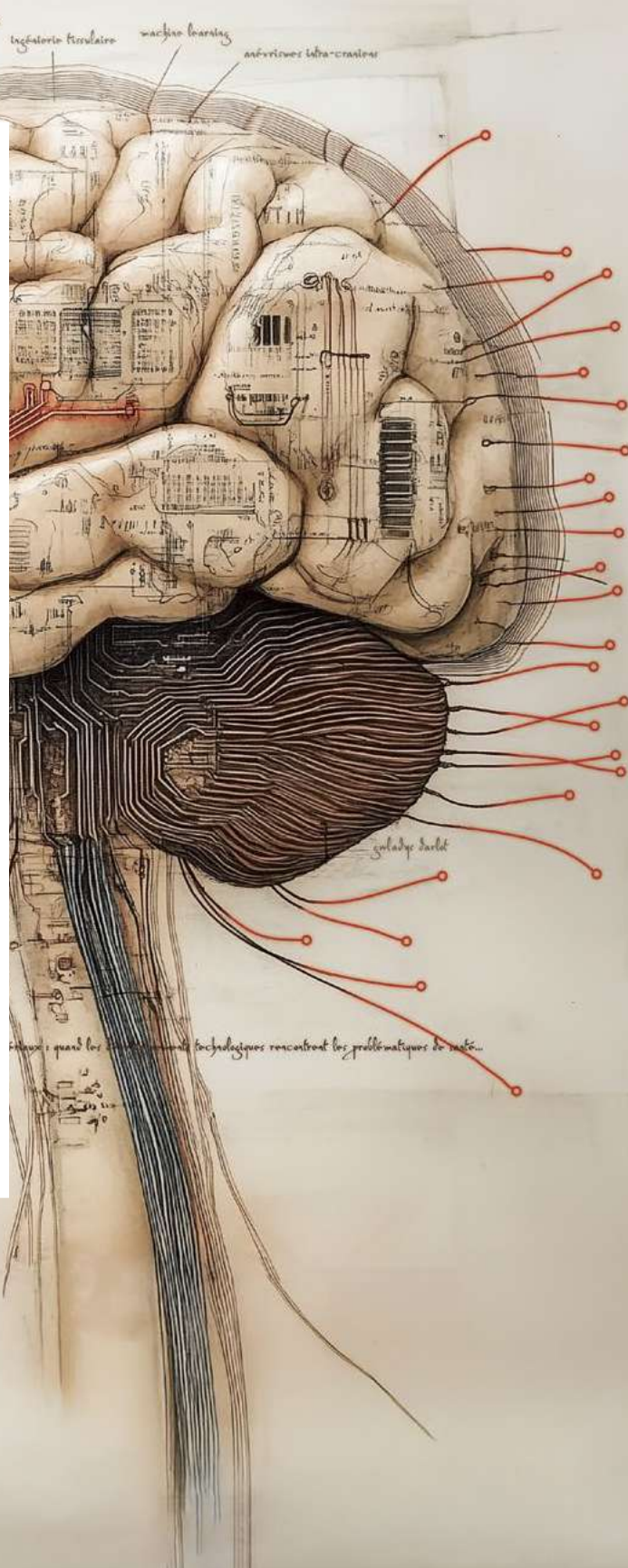
Images d'Amérique

14 | LOIS [ET DÉCRETS]

Droit alimentaire et santé publique

16 | GRAND FORMAT [MÉDECINE DU FUTUR]

Technologies et santé, des alliances fortes



ÉLECTION

HUGUES DAUSSY RELÈVE LE DÉFI D'UNE NOUVELLE UNIVERSITÉ

Le 1^{er} janvier 2025, l'université de Franche-Comté est devenue l'université Marie et Louis Pasteur (UMLP), structure fédérative regroupant différents acteurs de l'enseignement supérieur en région¹. Élu président de l'UMLP le 17 avril dernier, Hugues Daussy voit donc sa mission concerner l'ensemble du consortium. L'UMLP est un établissement public expérimental (EPE) qui, sous réserve d'une évaluation positive à échéance en 2028, deviendra pérenne sous la forme juridique d'un « grand établissement » porteur d'atouts en termes de visibilité et de rayonnement à l'international. Le nouveau président entend relever le défi avec son équipe et en collaboration étroite avec les autres gouvernances. « Nous aurons à démontrer la plus-value que représente l'UMLP pour nos établissements et pour le territoire, sur lequel nous sommes largement ouverts. » En témoigne, par exemple, une importance accrue de la représentation du monde socio-économique au conseil d'administration de l'université, qui accueille également des représentants des sphères politique et culturelle régionales, et de la communauté académique suisse. « Notre volonté est de bénéficier de l'éclairage de la société pour que l'université soit toujours plus en prise avec le monde qui l'entoure et pour qu'elle assure, par ses activités, une couverture territoriale et thématique la plus large possible », expose Hugues Daussy. Les domaines de compétence des établissements sont amenés à se compléter pour tendre

vers ce but, et sont désormais fédérés dans quatre instituts thématiques : Humanités et droit ; Santé et sport ; Technologie ; Environnement, territoires et politiques publiques.

« Les instituts disposent d'instruments communs, qui favoriseront les initiatives innovantes en recherche comme en formation, et renforceront l'attractivité de nos établissements. »

Au nombre de ces instruments, TRANSLATIONS, INTHERAPI, EIPHI et TRANSBIO sont leurs *Graduate Schools* respectives.

Ces « écoles universitaires de recherche » ont été créées pour adosser la formation des étudiants à la recherche dès le début du master, pour intensifier les interactions avec le monde socio-économique, et développer les liens à l'international.

La plus-value à attendre de la structuration UMLP concerne aussi la vie dans les établissements. Il s'agit par exemple d'imaginer de nouvelles collaborations et passerelles entre les services, de favoriser la qualité de vie au travail ou encore de développer des actions concertées en faveur de la transition écologique : la transversalité et la complémentarité sont des maîtres-mots pour définir et atteindre des objectifs communs. Historien spécialiste de la période moderne, Hugues Daussy est enseignant-chercheur à l'université depuis 2013, où il a été directeur adjoint du Centre Lucien Febvre pendant six ans. En 2020, il est élu vice-président du conseil académique de l'université sous le mandat de Macha Woronoff, à laquelle il succède et dont il poursuivra



Photo Direction de la communication - UMLP

la tâche entreprise pour la construction de l'UMLP. « L'action que nous conduirons s'inscrira dans le respect des valeurs fondamentales que nous voulons défendre, au premier rang desquelles figurent la liberté académique et la lutte contre toutes les discriminations, en particulier contre le racisme et l'antisémitisme », indique le président Hugues Daussy.

¹ Aux côtés de l'ex-université de Franche-Comté, l'UMLP est composée de : l'UTBM et SUPMICROTECH (établissements composantes), l'École nationale supérieure d'arts et métiers (ENSAM) de Cluny, le Centre hospitalier et universitaire de Besançon (CHU), l'Institut supérieur des beaux-arts de Besançon (ISBA), l'École supérieure des technologies et des affaires (ESTA) de Belfort, l'Établissement français du sang (EFS) Bourgogne - Franche-Comté, le Centre régional des œuvres universitaires et scolaires (CROUS) de Bourgogne - Franche-Comté (établissements associés).

Contact :
Présidence de l'université
Marie et Louis Pasteur
Hugues Daussy
Tél. +33 (0)3 81 66 50 03
presidence@univ-fcomte.fr

PARTENARIAT INDUSTRIEL

UNE CHAIRE DE MÉCÉNAT POUR L'ISIFC

Avec le lancement de sa chaire de mécénat, l'ISIFC s'intègre un peu plus encore dans l'écosystème santé du territoire. L'ISIFC est une école d'ingénieurs universitaire, ouverte en 2001 sous la bannière de l'université de Franche-Comté, aujourd'hui université Marie et Louis Pasteur. Elle est la seule école en France entièrement consacrée au dispositif médical, une spécialité pour les quelque soixante ingénieurs biomédicaux qui sortent diplômés de ses murs chaque année. La chaire Technologie pour la santé est une opportunité pour renforcer ses liens avec les acteurs industriels du secteur. Les entreprises bisontines STATICE et DIXI Medical, toutes

deux spécialisées dans le développement de dispositifs médicaux innovants, sont les premières entreprises signataires de cette collaboration. « Le soutien de nos partenaires industriels au fonctionnement de l'école peut se traduire par le partage de compétences humaines autant qu'en termes financiers », indique Vincent Armbruster, le directeur de l'ISIFC. « Dans tous les cas, il s'agit de considérer ensemble les enjeux d'un secteur en pleine évolution. » La chaire de mécénat permet d'y répondre selon trois directions : la formation et l'employabilité des étudiants, la conjonction entre enseignement, recherche et tissu professionnel,

enfin la participation au développement de l'industrie du dispositif médical. Le lancement de la chaire Technologie pour la santé coïncide avec l'inauguration des nouveaux locaux de l'ISIFC sur le campus de la Bouloie à Besançon. « Un environnement de travail moderne et innovant pour les étudiants, et de nouvelles perspectives de croissance pour l'école. »

Contact :

Institut supérieur d'ingénieurs de
Franche-Comté – ISIFC
UMLP

Vincent Armbruster

Tél. + 33 (0)3 81 66 66 90

vincent.armbruster@univ-fcomte.fr

CHANGEMENT CLIMATIQUE

INTERACTIONS FER / CARBONE
ET ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE

Le carbone est à l'origine de la formation du dioxyde de carbone (CO_2) et du méthane (CH_4), dont on sait qu'ils sont les gaz à effet de serre les plus largement impliqués dans le changement climatique. On sait aussi que les sols et les sédiments constituent d'importants et précieux réservoirs de carbone. Mais on connaît peu les processus biogéochimiques responsables de la transformation du carbone ainsi emprisonné en gaz émissibles dans l'atmosphère. Les chercheurs impliqués dans le projet MIMOC se donnent pour objectif d'analyser ces phénomènes, et notamment d'étudier, sur le terrain, les interactions du carbone avec les minéraux du sol contenant du fer.

Piloté par Laurel ThomasArrigo, qui dirige le laboratoire de chimie environnementale à l'université de Neuchâtel, ce projet est lauréat d'une prestigieuse bourse du Fonds

national suisse (FNS), pour la période 2025-2030. Les réactions chimiques concernant les minéraux ferreux, de même que leur impact sur la dynamique du carbone, n'ont



principalement été étudiées qu'en laboratoire. Les expériences prévues dans le cadre de MIMOC emmèneront les chercheurs sur trois terrains différents : les sols volcaniques, les sols côtiers et les zones humides. Laurel ThomasArrigo travaille sur les premiers depuis plusieurs années, et précise l'intérêt particulier qu'ils représentent : « Les sols volcaniques se caractérisent par d'excellentes capacités de stockage du carbone organique. C'est en partie dû à l'abondance de minéraux ferreux réactifs, typiques de ces sols. Ces minéraux présentent une grande surface réactive qui stabilise le

carbone organique, empêchant ainsi sa dégradation. Nos travaux antérieurs dans des régions volcaniques telles que l'Islande, où nous étudions les interactions entre le fer et le carbone depuis 2019, apporteront donc des connaissances précieuses à MIMOC ».

Outre la compréhension du phénomène de la formation des gaz à effet de serre dans les sols, le projet donnera la possibilité d'analyser la façon dont le changement climatique et les facteurs environnementaux ont une influence sur la stabilité des minéraux contenant du fer. Pour mener à bien ces recherches,

les techniques et modèles expérimentaux mis au point au laboratoire sont le plus possible transposables aux réalités du terrain. « L'étude d'un processus biogéochimique dans un environnement naturel peut s'avérer difficile car le système est beaucoup plus complexe et présente des variables plus difficilement contrôlables qu'en laboratoire », précise la chercheuse.

Contact :
Laboratoire de chimie environnementale
Université de Neuchâtel
Laurel ThomasArrigo
Tél. +41 (0)32 718 24 98
laurel.thomas@unine.ch

ENVIRONNEMENT

COMPRENDRE LES DÉPLACEMENTS DES ESPÈCES POUR FAVORISER LA BIODIVERSITÉ

Depuis le Grenelle de l'environnement de 2007 et les lois qui l'ont suivi, obligation est faite aux collectivités de cartographier les zones naturelles bénéfiques pour la biodiversité, afin de mieux les protéger. Ces dispositions ont renforcé l'intérêt des décideurs pour les outils de modélisation spatiale tels que le logiciel Graphab, développé au laboratoire ThéMA depuis plusieurs années. Ce logiciel permet, entre autres, de représenter les chemins que les animaux sont supposés emprunter, sur la base des connaissances acquises sur les espèces. Du cerf à la grenouille, il fournit ainsi des clés pour préserver des corridors écologiques qui leur sont favorables.

Pour améliorer la compréhension de ces mouvements et de leurs conséquences sur la biodiversité, Paul Savary mène des recherches sur la dispersion des espèces¹ et la façon dont la connectivité écologique des habitats la facilite.



Enseignant-chercheur en écologie et modélisation spatiale à l'UMLP / laboratoire ThéMA, Paul Savary cherche à déchiffrer la façon dont se déplacent les espèces, d'une part en élaborant des modèles d'après la structure des paysages qu'elles parcourent, d'autre part en l'estimant à partir de données de terrain : informations biologiques et notamment génétiques, ou issues de relevés de présence des espèces. La confrontation des deux types de modèles montre

comment et à quel point la structure d'un paysage influence la diversité biologique.

« Les réseaux de dispersion des espèces et la géométrie des habitats déterminent la façon dont la diversité circule et se distribue spatialement dans un paysage », explique le chercheur. Les résultats acquis ces dernières années tendent à confirmer que la présence d'importantes surfaces d'habitat et la connectivité écologique de ces habitats sont indispensables à toutes les

espèces. C'est plus encore le cas pour certaines familles comme les amphibiens, pour lesquels circuler entre plusieurs habitats complémentaires, ayant chacun une fonctionnalité propre, est une condition essentielle de survie. La connectivité peut aussi favoriser l'accès des espèces à des ressources supplémentaires. Ce sont par exemple les bandes laissées en herbe le long des cultures, qui favorisent la reproduction des carabes puis la dissémination de ces insectes dans les champs voisins, où ils se nourrissent des organismes ravageurs de cultures.

« Cette dynamique écologique ne peut fonctionner que si les déplacements sont possibles entre différents types d'habitats », souligne Paul Savary. De même, en ville, comprendre

la dispersion des individus entre habitats péri-urbains et espaces verts urbains permet d'identifier les types d'urbanisation impactant le moins la biodiversité. Le chercheur a récemment mis à profit les modélisations réalisées avec Graphab pour étudier la biodiversité des aires urbaines. La ville compacte, inscrite dans un périmètre limité, ou au contraire la ville étalée, moins dense mais occupant plus de surface, sont toutes deux susceptibles de présenter des avantages et des inconvénients pour la biodiversité. Cependant, l'analyse cartographique de 325 villes européennes montre que la fragmentation des habitats autour d'une ville étalée limite la biodiversité péri-urbaine, alors qu'une ville compacte préserve ces espaces. « Les flux des espèces

depuis l'extérieur vers le centre des villes compactes apportent en définitive une plus grande diversité au cœur de ces villes, alors même qu'elles disposent de moins d'espaces verts », conclut Paul Savary.

¹ La dispersion des espèces correspond au fait que certains individus naissent à un endroit, puis en investissent un autre, s'y reproduisent, colonisant ainsi de nouveaux espaces. Le fonctionnement d'une meute de loups en est un exemple. La dispersion n'est donc pas à confondre avec la migration, qui est périodique, ou avec les déplacements qu'effectue de manière habituelle un animal, par exemple pour se nourrir.

Contact :
Laboratoire ThéMA
UMLP / UBE / CNRS
Paul Savary
Tel. +33 (0)3 81 66 54 81
paul.savary@univ-fcomte.fr

CRIS D'ALERTE

ANALYSE GRAMMATICALE CHEZ DES SINGES D'AFRIQUE DE L'OUEST

L'être humain serait-il seul à disposer d'une grammaire pour produire des messages qui aient du sens ? Visiblement non, comme en témoigne une recherche menée auprès des colobes olive, des petits singes discrets présents en Afrique de l'Ouest que Quentin Gallot, chercheur en primatologie au laboratoire de cognition comparée de l'UniNE, a suivis et étudiés pendant deux ans dans le parc national de Taï en Côte d'Ivoire. Des milliers d'enregistrements ont donné au chercheur la possibilité d'associer les cris des singes à une situation précise de danger, et de comprendre comment se construisent leurs « phrases », qui combinent deux cris jusqu'à en former vingt-quatre dans



Photo UniNE - Clémentine Bodin

une même séquence : le cri A, court et grave, et le cri B, long et aigu. Lancé au tout début d'une séquence, A signale l'attaque d'un aigle, un danger exigeant une réaction instantanée, quand B indique la présence d'un

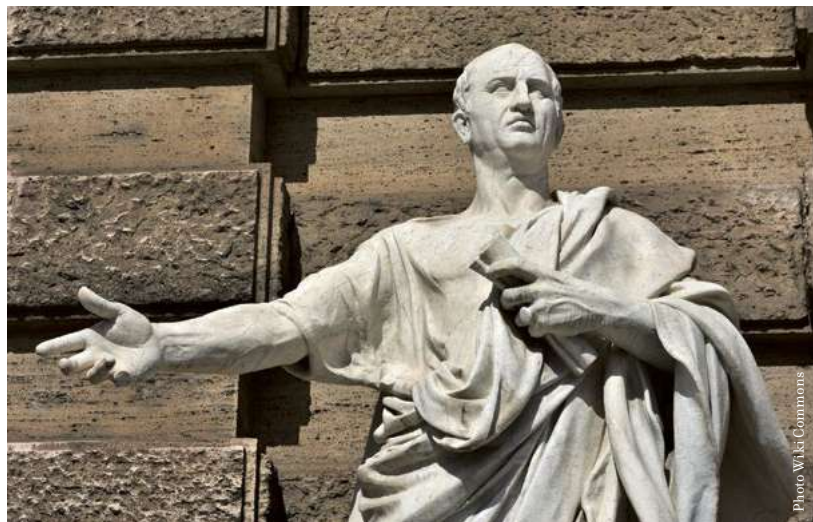
léopard ou la chute imminente d'un arbre, des situations au caractère d'urgence relativement moindre. Un deuxième cri confirme ou corrige l'alerte, quand un troisième précise la nature du danger, selon une

progression de sens qui n'est pas sans rappeler la façon dont est bâti le langage humain, intégrant la capacité que nous avons à anticiper le développement d'un message. « Nous, les humains, nous n'attendons pas d'entendre la fin d'une phrase pour réagir ou répondre, car notre cerveau est très bon pour prédire le mot suivant, et notre grammaire est adaptée pour cela », explique le primatologue. Cette faculté relevée dans la communication des colobes olive incite Quentin Gallot à parler de système grammatical, ici décrit comme « un groupe de règles qui spécifie comment les séquences des signaux sont combinées et utilisées pour produire du sens ». Si cette « grammaire simple, mais aux règles universelles » n'est pas comparable à la définition que pourraient fournir les linguistes à propos de celle qu'emploie le genre humain, elle témoigne de l'existence d'un langage encodé bien antérieur au nôtre. Elle pourrait par ailleurs donner des clés pour comprendre l'apparition de notre langage. Cette découverte s'inscrit dans le cadre du PRN *Evolving Language*, centre de compétence suisse sur l'évolution du langage, et a fait l'objet d'une publication dans la revue *iScience* en avril dernier. La recherche se poursuit dans le cadre de la vie quotidienne des colobes olive, dont Quentin Gallot a déjà pu observer qu'elle donne lieu à des séquences de vocalises plus complexes et plus riches encore que dans un contexte de danger. Les cris A + B se combinent dans des équations à plusieurs inconnues, dans un système de communication encore à découvrir.

Contact :
Laboratoire de cognition comparée
Université de Neuchâtel
Quentin Gallot
quentin.gallot@unine.ch

ÉCHOS ANTIQUES

L'ART DE L'ÉLOQUENCE POLITIQUE SELON CICÉRON



La mémoire individuelle et la mémoire collective, générationnelle même, ne vont pas l'une sans l'autre pour Cicéron (106 - 43 av. J.-C.), pour qui l'individu doit se soumettre à l'intérêt public. L'homme d'État, philosophe et écrivain romain, nommé consul en -63, défenseur de la République qui vit alors ses dernières années, voit dans le personnage de l'orateur un homme politique porteur de l'histoire de Rome. L'auteur latin associe l'art oratoire et les questions de mémoire dans nombre de ses écrits, qu'il publie de son vivant. Il est alors l'un des rares à transmettre l'*ars memoriae* des Grecs, qui peut s'apparenter aux moyens mnémotechniques auxquels recourir pour favoriser la mémoire. Dans le dialogue *De l'orateur*, publié en -55, Cicéron développe par exemple l'idée d'une mémoire visuelle pour retenir un discours. Il imagine les pièces de sa maison comme autant de lieux où il place des souvenirs ou des informations, qu'il retrouve dans une déambulation mentale qui suit la trame chronologique de son

propos. Il s'ingénie aussi à jouer avec les mots pour former des genres de rébus chargés de sens. Ces méthodes nouvelles, parfois jugées complexes par ses contemporains, peuvent selon lui se substituer à la répétition pour apprendre un texte, à une époque où les performances en matière de mémoire sont une façon de briller en société. Pour Cicéron, les capacités mémorielles sont avant tout un moyen de diffuser des idées philosophiques et d'inscrire la République de Rome dans l'histoire.

« L'éloquence est, chez lui, indissociable de la culture philosophique. Le discours et la pensée sont deux concepts que Cicéron réunit, alors que Platon les avait séparés », explique Thomas Guard, enseignant-chercheur en langue et littérature latines à l'UMLP / ISTA, spécialiste de Cicéron, et qui a récemment animé une conférence à son sujet à la MSHE à Besançon. Cicéron émet des théories sur la mémoire, qui résonnent jusqu'à aujourd'hui. À la suite du complot de Catilina, qu'il fait échouer mais pour lequel

il fait condamner à mort des conjurés sans procès, Cicéron est contraint à s'exiler en Grèce et voit une forme de *damnatio memoriae*, la condamnation à l'oubli, le frapper : la maison qu'il a dû quitter à Rome est détruite et remplacée par un temple sacré, une manœuvre visant à effacer symboliquement la trace de son existence.

« Cette condamnation à l'oubli, contre laquelle Cicéron s'est élevé et qu'il a théorisée, est très contemporaine, souligne Thomas Guard. C'est la *cancel culture* qui veut effacer les traces de personnages ambigus de l'histoire, par exemple avec le déboulonnage de statues dans

l'espace public, ou le gommage d'un portrait sur une photo au temps des purges stalinienne, ou encore l'interdiction de certains mots dans des dossiers soumis à l'approbation des équipes du président Trump. D'un extrême politique à l'autre, la loi du plus fort s'impose aussi autour d'enjeux mémoriels. »

Cicéron meurt assassiné en -43, un an après Jules César, son adversaire politique. Républicain et conservateur, il s'affiche comme un représentant de la mémoire de Rome, quand César, le « révolutionnaire » qui souhaite installer un régime qu'on pourrait aujourd'hui qualifier de monarchie,

est estimé ignorant de cette mémoire (*immemor* en latin), tout comme les autres conjurés qui veulent détruire la république. Dans ces combats philosophiques et politiques ayant la guerre civile pour toile de fond, les coups bas, les trahisons et les revers de fortune sont monnaie courante. Ils sont eux aussi inscrits dans la mémoire d'une époque, que les écrits d'auteurs comme Cicéron ont livrée jusqu'à nous.

Contact :

Institut des sciences et des techniques de l'Antiquité – ISTA

UMLP

Thomas Guard

Tél. +33 (0)3 81 66 54 50

thomas.guard@univ-fcomte.fr

ARCHÉOLOGIE

COUAN : UN SANCTUAIRE, UN TRÉSOR, ET UN NOUVEAU DIEU GAULOIS

En 1977, Georges-André Colas, faïencier de métier, fait une découverte fortuite dans un champ au lieu-dit Couan, à proximité de Vézelay (89). Des vestiges gallo-romains dont il amasse un vrai butin, garde le secret, et qu'il vend au plus offrant. Les aveux de son forfait, trente ans plus tard, mènent à des fouilles archéologiques et à la mise au jour d'un sanctuaire gallo-romain, selon toute vraisemblance consacré à Cobannus, un dieu gaulois dont personne n'avait jamais entendu parler jusqu'alors. Découvertes, pillages, confessions, investigations..., le récent passé et l'histoire antique se mêlent dans cette aventure hors du commun et romanesque à souhait, avec la recherche archéologique pour assise scientifique. « La découverte du trésor et de son sanctuaire sur un même site est unique pour cette



Bustes en bronze du trésor de Couan. Photo Musée Paul Getty, Villa collection, Malibu, Californie.

période », rapporte l'archéologue Rebecca Perruche, en post-doctorat à la MSHE de Besançon, et qui assure la direction des fouilles de Couan depuis l'an dernier. « Les recherches montrent que le sanctuaire est d'origine celtique, installé sur le territoire des Éduens¹. Fondé au I^{er} siècle avant notre

ère, il continue à recevoir des offrandes jusqu'au IV^e siècle, puis est abandonné après avoir été incendié. »

Les recherches ont révélé un sanctuaire de configuration classique, abritant un temple d'abord érigé en terre et en bois, puis maçonné, et un autel en pierre. Le sanctuaire est proche

d'un habitat groupé, lui-même entouré de quelques *villae* éparses, le tout formant un bourg d'importance moyenne.

« Ce qui est moins classique, c'est que l'emplacement du trésor se trouvait à l'extérieur de l'espace sacré, sans doute pour le mettre à l'abri des pilliers de la fin du IV^e siècle », explique Rebecca Perruche.

UN DIEU « LOCAL »

Les chercheurs ont suivi sa piste grâce aux indications laissées par Georges-André Colas, dont la passion était (presque) aussi forte que l'appât du gain. « Avant de se séparer des vestiges qu'il a trouvés, il en fournit un inventaire minutieux et une mise en situation sous forme de dessins et de plans, qui nous sont très utiles. » Il réalise aussi des moulages d'environ la moitié des objets, qui sont en réalité les témoignages les plus concrets qui subsistent de sa découverte. Statues en bronze, situle – un récipient en forme de seau –, en bronze également, bijoux, miroirs, vaisselle, coffrets, tirelires, ce sont environ quatre-vingts objets et des milliers de monnaies qui sont extraits du sol par Georges-André Colas. Seuls huit objets originaux ont depuis été reconnus et authentifiés, quatre au musée Getty de Los Angeles et quatre autres dans une collection privée, également aux États-Unis. Et sur plus de 7 000 pièces exhumées de la situle et des tirelires en 1977, deux seulement ont été retrouvées, lors de ventes aux enchères. « Elles font partie des quelques exemplaires rares en or ou en argent que contenait le lot de pièces. Ce n'étaient pas des monnaies d'échange mais des cadeaux, offerts par des empereurs romains », témoigne l'archéologue. Tous ces artefacts ont été

formellement identifiés comme provenant du trésor de Couan, notamment par comparaison avec les moulages réalisés à l'époque. Le musée Getty abrite deux bustes, une boîte à offrandes et une statue, tous en bronze. De ces vestiges parfaitement conservés, la statue est sans doute celle qui interpelle le plus les chercheurs. Haute de 76 cm, elle porte l'inscription « Mars-Cobannus » et révèle que *cobannus*, un mot gaulois signifiant forge, ou forgeron, également inscrit sur d'autres objets du site, a été attribué à un moment donné à un dieu. « La mention de ce dieu est connue seulement à Couan, où se développait à proximité à l'époque une importante activité d'extraction du minerai de fer. Tous les indices tendent à prouver que le sanctuaire de Couan lui était dédié. Cobannus, qu'on peut imaginer comme un dieu « local », a visiblement été associé à Mars, un dieu très honoré en Gaule romaine. C'est une sorte de fusion entre les deux panthéons, gaulois et romain. » Rebecca Perruche et ses collaborateurs, Mathieu Thivet et Pierre Nouvel, des laboratoires Chrono-environnement à l'université Marie et Louis Pasteur, et ARTEHIS à l'université Bourgogne Europe, terminent début juillet une campagne de fouilles de plusieurs semaines à Couan, un « chantier-école » réunissant chercheurs, doctorants et étudiants autour de la poursuite de la mise au jour du site. Quant à Georges-André Colas,



La Statue de Mars-Cobannus. Selon les chercheurs, sa main droite tenait une lance et la gauche était posée sur un bouclier. Photo Musée Paul Getty, Villa collection, Malibu, Californie.

décédé en 2012, quatre ans après ses aveux, s'il avait finalement choisi de ne pas emporter son secret dans la tombe, il n'aura pas connu la suite de l'aventure archéologique dont il a été le premier instigateur.

¹ Les Éduens étaient l'un des peuples les plus puissants de Gaule, installés dans les actuels départements de la Nièvre, de la Saône-et-Loire, et en partie de la Côte d'Or et de l'Allier. Leur capitale était Bibracte, avant qu'ils s'établissent à Augustodunum (Autun), deux sites archéologiques d'importance majeure pour la connaissance des périodes gauloise et gallo-romaine.

Contact :
Maison des sciences humaines et
environnementales – MSHE
Laboratoire Chrono-environnement
UMLP / CNRS
Rebecca Perruche
rebecca.perruche@univ-fcomte.fr

SOCIO-HISTOIRE

L'AVENTURE DU DOCTORAT

Plus haut grade universitaire, le doctorat est aussi le seul à obliger à la création d'un savoir original. Depuis ses origines religieuses au XIII^e siècle, le doctorat sanctionne la maîtrise du bagage intellectuel nécessaire pour enseigner à l'université ; quelques siècles plus tard il s'accompagne d'une autre exigence, celle de la production de nouvelles connaissances. C'est ainsi, à plus ou moins brève échéance, que le changement s'opère dans le monde occidental, où émergent de nouveaux modèles d'enseignement supérieur très centralisés. Cette transformation intervient au tout début du XIX^e siècle en France, après que les universités ont pu renaître des cendres révolutionnaires, et en Prusse après les guerres napoléoniennes. Aux États-Unis, les premiers *Doctors of philosophy* (PhD) apparaissent à Yale en 1861. Le doctorat nouvelle formule, alliant recherche et enseignement, gagne l'Angleterre via Oxford en 1917, puis Cambridge et Londres

en 1919, bien avant l'Italie, où le *Dottore di ricerca* date de 1982. Après avoir étudié comment les savants se sont transformés en chercheurs¹, Pierre Verschuere retrace l'histoire de ce diplôme d'une importance particulière dans *La thèse et le doctorat*, ouvrage édité en collaboration avec de nombreux contributeurs. Le livre raconte par exemple comment, dans tous les pays de l'OCDE, le nombre de titulaires de doctorats monte en flèche à partir des années 1990, creusant l'écart avec les postes universitaires disponibles, et s'accompagnant d'un transfert des compétences vers la sphère non académique. Il explique comment la production de thèses dédiées aidera à faire reconnaître la géographie comme une discipline à part entière, avant d'ouvrir l'université au domaine de la création artistique. Il montre la différence de conception entre la thèse-œuvre et la thèse-projet, souligne l'investissement des doctorants d'hier et



Verschuere P. (dir.), *La thèse et le doctorat. Socio-histoire d'un grade universitaire (XIX^e-XXI^e siècle)*, Éditions de la Sorbonne et Presses universitaires de Franche-Comté, 2025.

d'aujourd'hui, leurs difficultés comme leurs satisfactions. « Depuis deux siècles, ils et elles sont de plus en plus nombreux à s'engager dans l'aventure, à prendre par passion ce risque irraisonnable et à soumettre à l'étude tout ce que l'humain peut chercher à connaître et à comprendre : il y a là une forme indéniable de grandeur », conclut l'auteur. Pierre Verschuere est enseignant-chercheur en histoire à l'UMLP / Centre Lucien Febvre, et spécialiste de socio-histoire. Parallèlement à la publication de cet ouvrage, il est engagé dans le projet *ès lettres*, dont l'un des objectifs est de numériser les thèses soutenues en France au XIX^e siècle. L'exposition virtuelle *Devenir savants : thèses et doctorats ès lettres au XIX^e siècle*, met en lumière ce travail de recueil, de traitement et de restitution d'information. Elle est accessible sur NuBIS, la bibliothèque numérique de la Sorbonne, pilote de ce projet aux côtés de l'université Marie et Louis Pasteur.

Le second tome de *Trésors du savoir*, édité à l'occasion du 600^e anniversaire de l'université de Franche-Comté, a été publié en mai. L'ouvrage dresse un panorama de l'université depuis



1968 à travers ses instances gouvernantes, ses filières d'enseignement, ses campus, ses associations étudiantes, ses structures de recherche, son patrimoine, ses missions, ses projets... Il raconte les évolutions et les mouvements qui l'ont animée, les hommes et les femmes qui ont fait son histoire. Un tour d'horizon en 900 pages, guidé par de nombreux contributeurs.

Trésors du savoir. 1423-2023, 600 ans d'histoire(s) de l'université de Franche-Comté. Tome 2 : 1968-2023, PUFC, 2025.

¹ Des savants aux chercheurs, les sciences physiques comme métier (1945-1968), ENS Éditions, 2024.

ROIS DE L'ILLUSION

MAGIE : LES TOURS DE PASSE-PASSE DU CERVEAU

Une balle qui disparaît dans les airs comme par enchantement, une cuillère à café qui se tord à distance, une femme qui sort tout sourire d'une malle en osier pourtant transpercée d'épées... Pas de trucages dans ces tours-là, qui depuis des générations subjuguent le public et renforcent l'habileté du prestidigitateur. « Le complice du magicien est notre cerveau », annoncent d'emblée Cyril Thomas et André Didierjean dans *Les secrets de la prestidigitation*. Un ouvrage encore plus étonnant par ses révélations sur les tours que nous joue notre esprit que sur ceux, pseudo-magiques, qu'il explicite : les auteurs relient les enseignements de la psychologie cognitive et le savoir-faire intuitif des magiciens pour mettre en évidence la façon dont travaille notre cerveau et montrer comme nous pouvons, en premier lieu, être dupes de nous-mêmes.

MÉCANISMES PSYCHOLOGIQUES À L'OEUVRE

La psychologie cognitive étudie les fonctions mentales que nous mettons en œuvre pour traiter de l'information. Pour réussir à nous leurrer, les magiciens manipulent nos « failles cognitives », dont les chercheurs savent aujourd'hui décrypter les mécanismes psychologiques sous-jacents. Par exemple, notre attention est sélective, c'est une réalité qui nous empêche de saisir tout ce qui nous entoure, contrairement à ce que nous ressentons. C'est ce qui permet au magicien, par ses regards, ses paroles, ses traits d'humour, de focaliser notre attention là où il le souhaite, pour agir à notre insu. De la même

façon, notre mémoire n'est pas aussi performante que nous le pensons : une aubaine pour le magicien, qui tente de réécrire le déroulement du tour *a posteriori* dans la mémoire du spectateur. Mais notre esprit pêche aussi par excès de zèle. Il sait automatiquement anticiper la suite d'une action interrompue ou compléter un objet présenté de façon fragmentaire, de manière à ce que l'une comme l'autre soit conforme aux connaissances que nous en avons. On verra ainsi une balle être projetée dans les airs et disparaître, alors qu'elle est restée dans la main du magicien, parce que le geste du lancer signifie pour nous que quelque chose a été envoyé dans la direction indiquée. On verra aussi une sphère là où, vue de face, ce n'est que la moitié qui nous en est montrée : notre esprit recrée mécaniquement la présence du volume manquant.

Nous avons aussi tendance à accomplir des actions de manière automatique. C'est conduire une voiture sans regarder les pédales ou le levier de vitesse, ou préparer du thé sans avoir à étudier chacun des gestes à fournir pour y parvenir. Cette faculté, très utile au quotidien, est aussi celle qui nous prive d'une part de notre libre arbitre lorsqu'elle est manipulée par le magicien, qui sait par exemple nous faire choisir la carte qu'il aura rendu

la plus accessible parmi d'autres. L'« effet Einstellung », lui, est décrit en psychologie cognitive comme le fait qu'une connaissance familière, lorsqu'elle nous vient à l'esprit, va « bloquer » notre réflexion et nous rendre aveugle à des alternatives. Il explique notamment que, dans le tour où l'illusionniste

fait entrer son assistante dans une malle en osier avant d'y planter des lames d'épée, le spectateur cherchant à découvrir le « truc » soit orienté dans une mauvaise direction : le magicien utilise un subterfuge pour donner à croire que l'assistante a quitté puis regagné

la malle, une solution objectivement pourtant peu réaliste, mais qui fixe suffisamment l'esprit du spectateur pour qu'il ne puisse pas envisager d'autre explication au tour.

Vous, qui savez maintenant que la piste était fautive et qui avez l'esprit libéré, saurez-vous trouver la vraie explication à ce tour ?... Solution dans les pages de ce livre aussi malicieux que scientifique, dont chaque chapitre fait découvrir les dessous de la magie en même temps que le fonctionnement de notre cerveau.



Thomas C., Didierjean A., *Les secrets de la prestidigitation. Comment les magiciens manipulent notre esprit*. Éditions Odile Jacob, 2025.



Comment, des salles des musées aux intérieurs des maisons, se raconte par l'image l'histoire de l'Amérique ? Focus sur une période courant de la guerre de Sécession à la Seconde Guerre mondiale, avec une étude menée au Centre de recherches interdisciplinaires et transculturelles (CRIT) de l'université Marie et Louis Pasteur.

HISTOIRE [DE L'ART]

IMAGES D'AMÉRIQUE

Les jeux sont
intéressants
à étudier,
ils touchent
des publics
de tous âges
et de toutes
catégories
sociales

Les peintures, les photographies, les dessins véhiculent différentes représentations du monde et de l'histoire. L'image parle et sa parole se diffuse, depuis les œuvres originales des grands artistes abritées dans les musées jusqu'à leurs reproductions déclinées à l'envi sur des objets du quotidien. Des objets pour lesquels sont également créées des illustrations originales, témoignant elles aussi que l'art et le quotidien ne sont jamais très loin.

La circulation des images et leur portée, des beaux-arts à l'imagerie populaire, sont au cœur des travaux d'Hélène Valance. Enseignante-chercheuse en anglais à l'université Marie et Louis Pasteur / laboratoire CRIT, Hélène Valance a une prédilection pour l'histoire nord-américaine ainsi exposée. Elle a aujourd'hui choisi de focaliser ses recherches sur les jeux de société et la façon dont ils racontent l'histoire des États-Unis, depuis la guerre de Sécession jusqu'à la Seconde Guerre mondiale.

« Les jeux de société étaient parfois coûteux, mais il était aussi

possible de découper des puzzles, des plateaux et des pions dans les journaux. Les jeux sont des objets intéressants à étudier, en premier lieu parce qu'ils touchent des publics de tous âges et de toutes catégories sociales, jusqu'aux soldats à qui on donne des jeux de cartes pour s'occuper et tromper l'ennui », explique la chercheuse. Du côté des éditeurs, on ne manque pas de se positionner par rapport à la marche du monde. Dans les jeux ayant la guerre de Sécession pour toile de fond, le point de vue nordiste est par exemple défendu par les jeunes sociétés d'édition Parker Brothers ou Milton Bradley (MB). Les perceptions de l'esclavage et les préjugés sur les Noirs américains se lisent dans des jeux qui, pour certains, reproduisent les gestes de violence dont sont victimes les esclaves, et pour d'autres déroulent le scénario de *La case de l'Oncle Tom*.

Le concept patriotique de « roman national » se décline dans les puzzles, batailles navales et autres jeux produits à cette époque, qui suivent le fil de l'histoire des États-Unis. Les conflits avec

< Bradley's Historiscope, Milton Bradley, après 1869. Université de Princeton.
Boîtier de dispositifs optiques inspiré d'une photographie d'Andrew J. Russell, prise lors de la pose du dernier rail de chemin de fer reliant la Californie au reste de l'Amérique.

les populations autochtones, l'esclavage et les conquêtes impérialistes sont des sources inépuisables d'inspiration, et certains éditeurs n'hésitent pas à construire un jeu de façon à ce que, toujours, le gagnant soit américain. « Le jeu est un espace de liberté dans lequel les réinterprétations sont possibles, à l'inverse de l'histoire, figée et factuelle. La récurrence de certaines images contribue à la diffusion de ces interprétations. Mais les orientations données à l'histoire ne correspondent pas forcément à la réalité de l'opinion publique... »

DU GRAND ART

Hélène Valance constate que de nombreux liens existent entre les jeux de société et la peinture académique, d'abord parce que l'imagerie populaire aime reprendre pour son propre compte les visuels de chefs d'œuvre artistiques. C'est ainsi par exemple que le portrait de Georges Washington, peint en 1796 par Gilbert Stuart, devient l'as de cœur d'un jeu de cartes dit « des guerres séminoles », qui, dans la première moitié du XIX^e siècle opposèrent les États-Unis à différents groupes autochtones, connus sous l'appellation collective de Séminoles. Un deuxième rapprochement témoigne que la « grande peinture », elle aussi, a ses façons de considérer la réalité historique. Les *nocturnes*, qui mettent en scène des paysages de nuit ou encore des scènes d'intérieur faiblement éclairées, sont à ce sujet particulièrement

instructifs. Très prisé dans la peinture américaine au tournant du XX^e siècle, le genre apparaît une trentaine d'années plus tôt sous les pinceaux de James Whistler, puis de Winslow Homer et de Frederic Remington. S'il demande alors encore à convaincre, le nocturne impose peu à peu ses univers à mi-chemin entre rêve et réalité. Il nimbe de poésie les grandes cheminées et autres constructions peu flatteuses de l'ère industrielle. Il adoucit des réalités insoutenables, comme celle du génocide des autochtones. « La représentation d'un « Indien disparaissant » (*Vanishing Indian*), s'éloignant en haut d'une colline, entouré de nuit, est symbolique de cette mise à distance : le génocide devient une disparition. » La nostalgie est ici sous-jacente, d'autres images l'évoqueront par la

quasi-extinction des peuples et cultures autochtones, et deviendra, ironie du sort, un emblème de l'identité américaine. La nuit sert aussi à opérer la transition entre l'image traditionnelle de l'Amérique, celle de l'Ouest, des espaces sauvages et des canyons, et son image moderne faite de grandes villes et de gratte-ciels. « À partir de la seconde moitié du XIX^e siècle, les paysages sont passés au filtre de la nuit. Transformés sous le coup de l'urbanisation, ils ne peuvent plus être regardés comme avant. Avec son esthétisme épuré et des codes qui tirent vers l'abstrait, le nocturne rend les bouleversements du paysage plus acceptables. » Comme le font les jeux de société et plus généralement l'imagerie populaire, les nocturnes des grands maîtres interprètent, à leur manière, la réalité historique.



The Luckless Hunter, Frederic Remington, 1909, Sid Richardson Museum, Fort Worth.

suite de manière plus explicite : des paquets de cigarettes aux maillots de football en passant par la bande dessinée ou le cinéma, la figure de l'Indien n'aura jamais été autant présente visuellement que depuis la

Contact :
Laboratoire CRIT – Centre de recherches
interdisciplinaires et transculturelles
Université Marie et Louis Pasteur
Hélène Valance
helene.valance@univ-fcomte.fr



Photo Freepik

Le droit s'affiche comme un outil au service de la promotion de la santé publique et de la prévention : à l'université de Neuchâtel, la problématique est illustrée par des travaux consacrés au droit alimentaire, présentés lors d'un colloque international sur cette thématique.

LOIS [ET DÉCRETS]

DROIT ALIMENTAIRE ET SANTÉ PUBLIQUE

La « zone juridique grise » fait le jeu du *healthwashing*, et donne le moyen aux entreprises de louvoyer entre loi et marketing

En matière de santé publique, la prévention et la promotion sont des axes prioritaires de nos sociétés. Dans ce contexte, un projet mené à l'université de Neuchâtel interroge le rôle du droit comme instrument dont disposent les États pour servir leur ambition. Ce projet, financé par le Fonds national suisse pour cinq ans et piloté par Mélanie Levy, titulaire de la chaire en droit de la santé à l'UniNE, se terminera à l'automne. Il a donné lieu en mai dernier à Neuchâtel à la tenue de la conférence FLAN (*Food Law Academic Network*) sur le droit alimentaire. Il a stimulé la mise en place pour la rentrée prochaine, à l'UniNE, d'un cours de droit alimentaire qui représentera une offre unique en Suisse. « Le projet de recherche met l'accent sur la pertinence, la portée et les outils de l'intervention de l'État dans la promotion de la santé et la prévention. Le droit alimentaire, qui est un domaine nouveau au niveau universitaire en Suisse, a rapidement

occupé une place centrale dans ce projet », explique la chercheuse. Plusieurs doctorants encadrés par Mélanie Levy se sont penchés sur le sujet, qui ouvre de nombreuses perspectives de recherche...

RESPONSABILISER LES ENTREPRISES

Félix Delerm s'attache à comprendre le cadre légal de la santé publique dans le domaine agro-alimentaire en Suisse. « Vraisemblablement, la Suisse va intégrer à son code des obligations la directive de l'Union européenne de 2024, qui exige plus de transparence dans les rapports d'activité que rédigent les entreprises au titre de leur responsabilité sociétale et environnementale. » Le jeune chercheur souligne le flou dont est entourée la législation. « Certaines entreprises prennent de réelles initiatives pour faire mieux, mais d'autres s'en servent comme des

leurres pour cacher l'aspect négatif de leur activité. Entre encouragements et contraintes, le droit peut aider les entreprises à se montrer véritablement responsables. » En matière de coercition, les lois anti-tabac ou régulant la consommation d'alcool pour les plus jeunes ont fait les preuves de leur impact positif sur la santé des populations. Félix Delerm étudie le cas particulier des *alcopops*, ces mélanges d'alcool fort et de boisson gazeuse du type *Smirnoff Ice*. En Suisse, la consommation de ces produits prisés par les jeunes était passée de 3 % en 1995 à 20 % en 2003. Dans ce pays où les vins ne sont pas taxés et les bières très peu, les *alcopops* ont fait l'objet d'une législation éclair qui les a taxés à... 300 % ! Objectif atteint pour le législateur qui voulait protéger les jeunes consommateurs, et surtout les jeunes filles : les *alcopops* ont aujourd'hui quasiment disparu des supermarchés suisses.

MANŒUVRES DE HEALTHWASHING

Anna Galmiche s'intéresse elle aussi à la protection du consommateur, particulièrement lorsqu'elle risque d'être menacée par la « zone juridique grise », qui donne le moyen aux entreprises de louvoyer entre loi et marketing. « Il est interdit de prétendre que la cigarette électronique est bonne pour la santé, alors avec des messages du genre « Aimez vos poumons » ou « Bon pour le cœur », on le dit de façon détournée », relate la jeune chercheuse. C'est également ainsi que les produits laitiers sont « nos amis pour la vie », ou que « le petit déjeuner est le repas le plus important de la journée », dans des publicités industrielles qui visent à créer des habitudes de consommation.

C'est aussi de cette manière que les entreprises veulent améliorer leur image, comme le géant de l'industrie du tabac Philip Morris, qui a créé une fondation dite « indépendante et objective, pour un monde sans fumée ».

La zone juridique grise concerne ces trois niveaux de *healthwashing*. Dans des recherches menées en collaboration avec Mélanie Levy et Felix Delerm, Anna Galmiche étudie les outils dont dispose le droit pour lever les ambiguïtés, comme la réglementation européenne sur les allégations de santé, la protection du consommateur ou le droit à l'éducation des groupes vulnérables. « Mais il faut d'abord être en mesure de pouvoir cerner le problème : les formulations et allusions sont parfois matière impalpable pour le droit. »

LOIS EN PLEINE CONFUSION

Dans la loi européenne, l'appellation « lait » est réservée aux produits laitiers d'origine animale. Et dans la décision *Tofutown*, la Cour de justice de l'Union européenne affirme que le fait d'indiquer l'origine végétale du produit à proximité immédiate du mot ne suffit pas à empêcher le consommateur d'être induit en erreur. Elle autorise cependant certains termes figurant dans une liste d'exceptions, dès lors qu'ils sont justifiés par « l'usage traditionnel », comme c'est le

cas en français par exemple pour « lait d'amande ». Pour la doctorante Alice Bryk-Silveira, les dispositions prises par l'Union européenne ou par ses pays membres ne manquent pas d'être contradictoires. La France a par exemple interdit les appellations comme « saucisse vegan », alors que la Cour de justice de l'Union européenne les accepte, estimant que le terme indiquant l'origine végétale du produit, placé à proximité immédiate du terme

classique, protège le consommateur du risque d'être induit en erreur. « C'est exactement le contraire de la décision *Tofutown* portant sur les produits laitiers ! » Les incohérences se trouvent partout. En Suisse, les substituts végétaux de viande ne doivent pas faire référence à un animal spécifique, mais les appellations fondées sur des méthodes de préparation sont permises.

Pas de « poulet végétal » dans les rayons, mais du « steak végétal », oui ! Comment le consommateur peut-il le comprendre ?

« Les contradictions entre les lois et entre les produits sont ainsi responsables d'une asymétrie dans la protection des consommateurs », estime Alice Bryk-Silveira, pour qui « cette situation va aussi à l'encontre de l'idée de durabilité, car on interdit des dénominations qui pourraient aider à la transition des consommateurs en matière d'alimentation ».

Les dispositions prises par l'Union européenne ou par ses pays membres ne manquent pas d'être contradictoires

Contact :
Institut du droit de la santé
Université de Neuchâtel
Mélanie Levy
Tél. +41 (0)32 718 12 52
melanie.levy@unine.ch

Ce projet financé par le Cancéropôle Grand-Est, La Ligue contre le cancer Bourgogne-Franche-Comté et EPIGENExp, est mené en collaboration entre le CHU de Besançon, l'UMLP, le CHU Dijon Bourgogne et les Hospices civils de Lyon, avec le soutien de la SATT Sayens. Le brevet européen a été déposé en 2023 conjointement par l'UMLP et le CHU Dijon Bourgogne.

L'originalité de
la démarche
réside dans
le fait que les
substances visées
ne se trouvent
habituellement
pas dans le sang

pilation par *machine learning* de milliers de données biologiques publiques de différents cancers. « Dans le cas du cancer du poumon, les données analysées concernent environ 400 patients, et représentent pour chacun d'eux plus de 450 000 cibles moléculaires potentiellement utiles pour déterminer des biomarqueurs », expliquent Zohair Selmani et Alexis Overs.

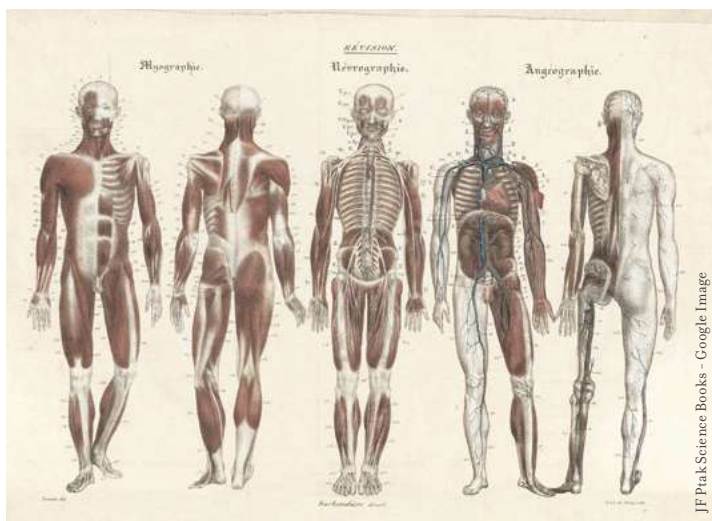
Grâce à l'algorithme qu'ils ont élaboré, les chercheurs ont mis en évidence une centaine de cibles communes à ces patients. Ils en ont extrait six marqueurs, dont la combinaison constitue la signature tumorale la plus lisible d'un cancer du poumon. Outre la prouesse de réussir à repérer une telle signature en milieu liquide, l'originalité de la démarche réside dans le fait que les substances visées ne se trouvent habituellement pas dans le sang : leur présence signale donc une anomalie de façon certaine. « Ce sont des marqueurs épigénétiques, qui témoignent de la modification de l'expression de certains gènes de l'ADN sous l'influence de facteurs environnementaux. C'est cela qu'on vient détecter. »

L'étape d'identification de ces biomarqueurs a été suivie, avec succès, de plusieurs phases de tests biologiques, menés en collaboration avec la plateforme EPIGENExp de l'UFR Sciences et techniques à l'université Marie et Louis Pasteur, où les équipements et les compétences sont dévolus à cette jeune science qu'est l'épigénétique. La détection des biomarqueurs a été effectuée de façon comparative sur des échantillons sains et tumoraux, d'abord de tissus, puis de sang ; elle s'est révélée significative et conforme à la réalité. Les tests se poursuivent aujourd'hui à grande échelle, permettant de vérifier la présence des biomarqueurs sur mille échantillons de sang de patients atteints d'un cancer pulmonaire. Leurs résultats devraient être connus dans les prochaines semaines. Sous réserve de validation, la méthode développée par Zohair Selmani et Alexis Overs permettrait, par une simple prise de sang donc, non seulement de déceler l'existence d'un cancer, mais aussi de spécifier l'organe atteint. Une avancée prometteuse pour le dépistage précoce des cancers.

THÉRAPIES BOOSTÉES PAR L'OR ET LE FER

Ses propriétés radiosensibilisantes font de l'or une particule très intéressante pour amplifier l'effet d'une radiothérapie sur une tumeur : de l'or placé dans une cellule cancéreuse absorbe plus fortement le rayonnement en cet endroit précis, ce qui renforce l'efficacité du traitement tout en limitant l'action délétère des rayons sur les cellules saines. Le fer, quant

à lui, possède des propriétés magnétiques remarquables, utilisées en imagerie et notamment pour l'IRM, l'imagerie par résonance magnétique. La combinaison de l'or et du fer est au cœur des recherches menées par le chimiste Stéphane Roux et son équipe au laboratoire Chrono-environnement, pour le développement de nanoparticules douées de capacités à la fois pour l'imagerie et la thérapie. Les chercheurs réalisent des arrangements d'atomes de fer sur lesquels ils accrochent des particules d'or, selon une configuration originale qu'ils ont baptisée *nanofleur*, et qui permet d'exploiter les propriétés des deux éléments chimiques en même temps, et dans différents contextes. « Il est possible de suivre le cheminement de



Les chercheurs
réalisent des
arrangements
d'atomes de fer
et d'or, pour des
nanoparticules
douées de capacités
à la fois pour
l'imagerie et la
thérapie

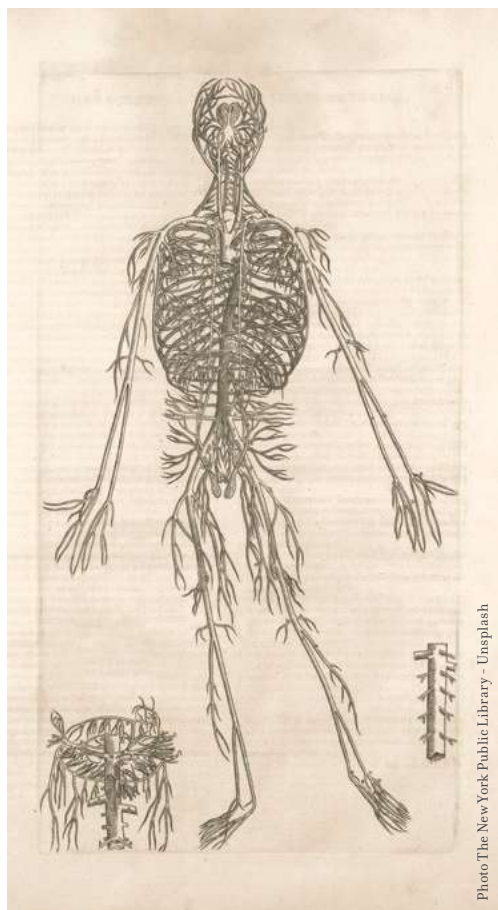


Photo The New York Public Library - Unsplash

la nanofleur, et de la visualiser précisément. Quand elle a atteint la tumeur, on déclenche le traitement, exactement au moment où son effet pourra être amplifié par la présence des particules d'or. »

Une recherche en cours montre l'intérêt des nanofleurs pour la thérapie photothermique. Sous l'effet d'un rayon laser d'intensité modérée, l'or absorbe des infrarouges et restitue de la chaleur. Cette chaleur peut assouplir l'environnement d'une tumeur, susceptible d'agir comme une barrière empêchant les molécules thérapeutiques d'entrer dans les cellules cancéreuses. Cependant, si les particules d'or sont trop grosses, elles partent directement dans le foie ; si elles sont trop petites, elles n'absorbent pas assez de rayonnements infrarouges. « La recherche atteste que l'assemblage de petites particules d'or en nanofleurs promet d'augmenter leur capacité d'absorption des rayons, tout en respectant le principe d'une élimination par voie rénale », explique Stéphane Roux. D'autres travaux menés par l'équipe montrent que les nanofleurs sont capables d'immunomodulation : sous l'influence d'un laser, elles peuvent faire passer des cellules macrophages d'un état pro-inflammatoire à un état anti-inflammatoire, et inversement. Dans le premier cas, cette faculté pourrait être utile dans le traitement des maladies cardio-vasculaires et leurs corollaires, comme l'artériosclérose. Dans le second cas, l'action pro-inflammatoire des macrophages est dirigée vers la destruction de cellules cancéreuses. Cette avancée scientifique sur l'immunomodulation des cellules macrophages a fait l'objet d'une demande de dépôt de brevet en 2024.

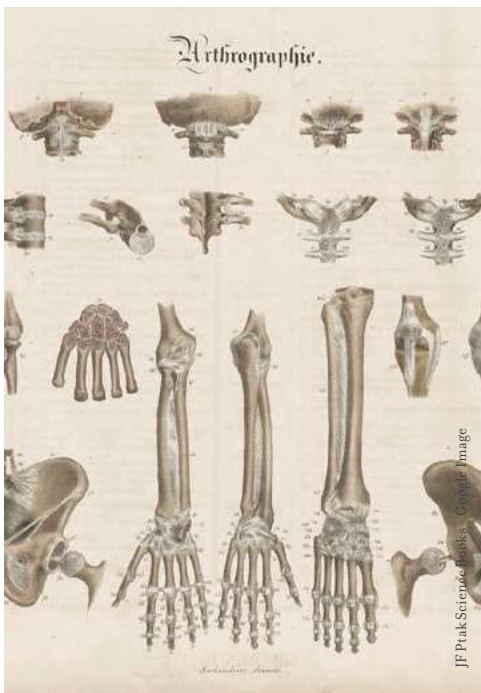
Un autre brevet concerne l'augmentation du temps de circulation des particules d'or dans l'organisme, afin d'accroître leur efficacité. Une mission assurée par des transporteurs biodégradables : la nanofleur en est un, le PLGA en est un autre. Les chercheurs ont en effet réussi à encapsuler les particules d'or dans ce polymère traditionnellement utilisé en médecine. Ils ont également apporté la preuve qu'il est possible d'ajouter un agent anti-cancéreux aux particules d'or dans un enrobage de PLGA, ce qui permettrait d'associer radio- et chimiothérapie dans un même traitement. Soutenus par la SATT Sayens, les travaux des chimistes Stéphane Roux, Rana Bazzi et Gautier Laurent au laboratoire Chrono-environnement, menés en collaboration avec Arnaud Béduneau, chimiste spécialisé en technologie pharmaceutique au laboratoire RIGHT, ont fait l'objet de la création de la *start-up* Orinova en octobre 2024, dont l'objectif est la réalisation d'essais cliniques sur la base de ce concept.

DISPOSITIFS MÉDICAUX ET SIMULATIONS

I3DM, LE CORPS HUMAIN RECRÉÉ EN 3D

Sur les paillasse de la plateforme I3DM, des échantillons de différentes carnations de peau, un poignet sectionné laissant apparaître os, muscles et tendons, un crâne dans lequel une ouverture est pratiquée : autant d'objets réalisés par impression 3D à partir d'imageries médicales de patients.

De la pointe des orteils au sommet de la tête en passant par tous les organes, l'anatomie humaine et ses pathologies sont recréées sur commande dans ce lieu consacré à l'impression 3D. La plateforme est déclarée à l'ANSM, l'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé, pour la fabrication de dispositifs médicaux sur mesure de classe 1, qui, des modèles anatomiques aux gouttières dentaires, concerne une grande



La plateforme
I3DM permet
de reproduire
fidèlement
l'anatomie
humaine et ses
pathologies,
à partir
d'imageries
médicales de
patients

variété de dispositifs non implantables. La plateforme I3DM a été fondée en 2020 par Christophe Meyer, chef du service de chirurgie maxillo-faciale et stomatologie du CHU de Besançon, et Aurélien Louvrier, chirurgien spécialiste de cette même discipline, tous deux également enseignants-chercheurs à l'UMLP / laboratoire SINERGIES. Leur objectif ? Concevoir et fabriquer des objets médicaux tridimensionnels et les mettre à disposition de l'ensemble de la communauté hospitalo-universitaire. C'est ainsi qu'a par exemple été créé, à partir d'une imagerie 3D de l'oreille la plus précise au monde, un modèle à grande échelle destiné à faciliter la compréhension et l'apprentissage de l'anatomie de cette région pour les étudiants en santé de l'UMLP.

L'impression 3D concerne non seulement les membres et organes du corps, mais aussi leurs pathologies, comme les anévrismes cérébraux, domaine qui a récemment donné lieu à un projet de recherche clinique prometteur, sous la direction de Guillaume Charbonnier, neurologue interventionnel au CHU de Besançon. À partir d'imageries préopératoires, la reproduction fidèle des vaisseaux intracrâniens présentant un anévrisme chez un patient donne la possibilité aux spécialistes de préparer l'intervention et d'optimiser la stratégie de prise en charge. Le dispositif 3D est aussi un modèle sur lequel les praticiens et les étudiants de 3^e cycle peuvent s'exercer avant l'opération,

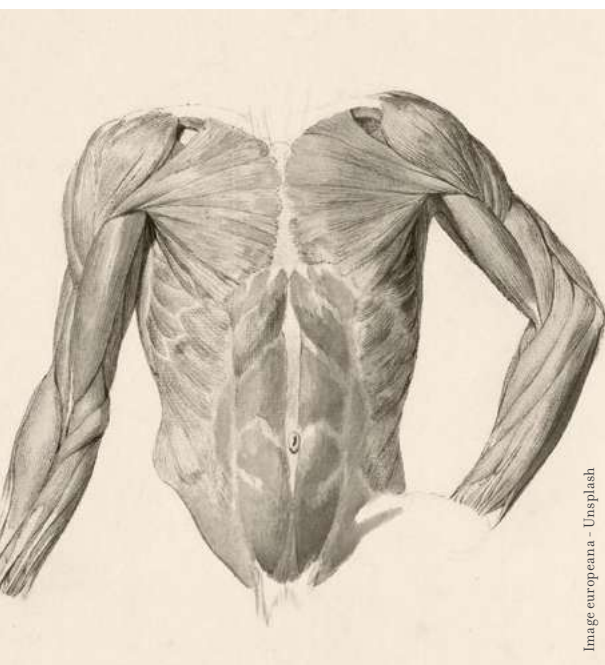
suivant le principe : « Jamais la première fois sur le patient ! »

Outre les améliorations en termes de sécurité et de confort opératoire que représente le recours aux dispositifs médicaux imprimés en 3D, pour le patient comme pour le médecin, le gain financier apparaît également important : « Pour cette seule application des anévrismes intracrâniens, l'impression 3D laisse espérer une diminution des coûts de prise en charge de plus de 100 000 € par an par rapport aux coûts qu'engendre habituellement au CHU la préparation à ces interventions », estiment les chercheurs. Une étude médico-économique précise, effectuée dans le cadre d'une thèse de sciences, est actuellement en cours à ce sujet.

Les étapes-clés du processus, segmentation des images médicales, planification chirurgicale et modélisation des dispositifs médicaux, sont maîtrisées par Camille Coussens, l'une des premières ingénieures à mettre à disposition ses compétences en matière d'ingénierie biomédicale dédiée à l'impression 3D dans un hôpital en France. Lorsque Camille Coussens quitte des yeux ses écrans et les images à partir desquelles elle va construire ses modèles, elle a huit imprimantes de dernière génération à sa disposition, toutes dédiées à des applications en santé. Dernière acquisition de la plateforme, cofinancée par l'Union européenne et la Région Bourgogne - Franche-Comté : une imprimante Polyjet Stratasys J850, équipée de 1 600 buses d'impression, capable d'imprimer simultanément huit résines différentes, avec une résolution de 14 micromètres par couche. « C'est un outil formidable pour la recherche, qui va permettre de développer des projets avec les équipes de différents laboratoires », se réjouit Éléonore Brumpt, radiologue et enseignante-chercheuse à l'UMLP / laboratoire SINERGIES, et qui est responsable à I3DM des relations avec l'université.

« Hormis ses performances techniques, le caractère innovant de la plateforme réside dans son intégration au système hospitalier et dans son ouverture aux différentes spécialités du CHU, à l'université et à l'ensemble du territoire régional, I3DM ayant reçu en 2024 la labellisation Plateforme universitaire Territoire Bourgogne - Franche-Comté », souligne Christophe Meyer en conclusion.

Les étudiants-entrepreneurs bénéficient d'équipements pour la caractérisation des matériaux et l'impression 3D



BIOSIMUL, UN PROJET SIGNÉ BIOTIKA

L'une des dernières innovations développées dans les locaux de Biotika concerne la mise au point d'un simulateur pour l'endoscopie digestive basse, ou coloscopie, à usage de formation pour les internes du CHU de Dijon. Biotika est un concept pédagogique développé à l'ISIFC depuis vingt ans, sous la forme d'une entreprise universitaire réunissant des étudiants rémunérés en crédits ECTS pour le travail qu'ils effectuent sous la supervision de professionnels. Un modèle récompensé par des prix à l'international, et dont la qualité a été validée en France par une norme spécifique au domaine des dispositifs médicaux. Le concept Biotika permet de faire émerger des projets innovants puis de les rendre matures. « Tous les aspects du développement d'un produit sont examinés à la loupe, aussi bien en termes de technique et de sécurité, que de propriété industrielle ou de réglementation », expose Vincent Armbruster, directeur de l'ISIFC. L'exécution des commandes qui sont confiées à l'entreprise suit des cahiers des charges précis et parfois évolutifs, comme ici avec le projet BioSimul, débuté en 2018 et qui fait aujourd'hui l'objet d'un cinquième prototype d'endoscope.

« Les besoins en formation sont souvent spécifiques et les hôpitaux disposent de plus en plus de centres de simulation. Une entreprise telle que Biotika peut fournir les dispositifs spécialisés attendus, pour un coût moindre que les solutions génériques proposées sur le marché », explique Sébastien Euphrasie, enseignant-chercheur en électronique à l'ISIFC / Institut FEMTO-ST, et responsable du projet BioSimul. Une version précédente du simulateur, exploitant un colon de bovin, est aujourd'hui utilisée en routine au CHU de Dijon pour que les étudiants en médecine s'exercent aux gestes de l'endoscopie. Dans le prototype préparé actuellement s'ajoutera un colon artificiel pour qu'ils puissent s'entraîner à défaire les boucles coliques, comme l'indiquent à Biotika Roméo Oudin, chef de projet, Laura Dugenet et Élisabeth Le Tertre, ingénieurs R&D, qui tous trois composent la *team* Biosimul et terminent leur deuxième année à l'ISIFC. Les étudiants-entrepreneurs bénéficient d'équipements pour la caractérisation des matériaux et l'impression 3D, installés dans les locaux de Biotika à Temis Santé, et des moyens des plateformes technologiques de l'Institut FEMTO-ST ou I3DM. Une vingtaine d'étudiants sont engagés chaque année dans la réalisation de dispositifs médicaux innovants à Biotika.

EN BREF ET EN DIRECT DES LABORATOIRES...

Des cellules sous contrôle...

Dans le projet BioImp qui fait suite à d'autres projets portant sur le développement de systèmes micro-robotiques, Aude Bolopion et ses collègues de l'Institut FEMTO-ST vont travailler à rendre mature, et plus facile d'utilisation pour les biologistes, la puce fluidique dont ils avaient précédemment démontré la validité de concept. Les compétences en microrobo-

tique et automatique développées de manière spécifique par l'équipe, permettent de mouvoir et de positionner précisément des cellules une à une, ici à l'intérieur d'un fluide et grâce à un champ électrique contrôlé. En mettant en contact proche une cellule tumorale et une cellule immunitaire (plus précisément un lymphocyte) chargée de la combattre, la puce fluidique permettra d'observer et

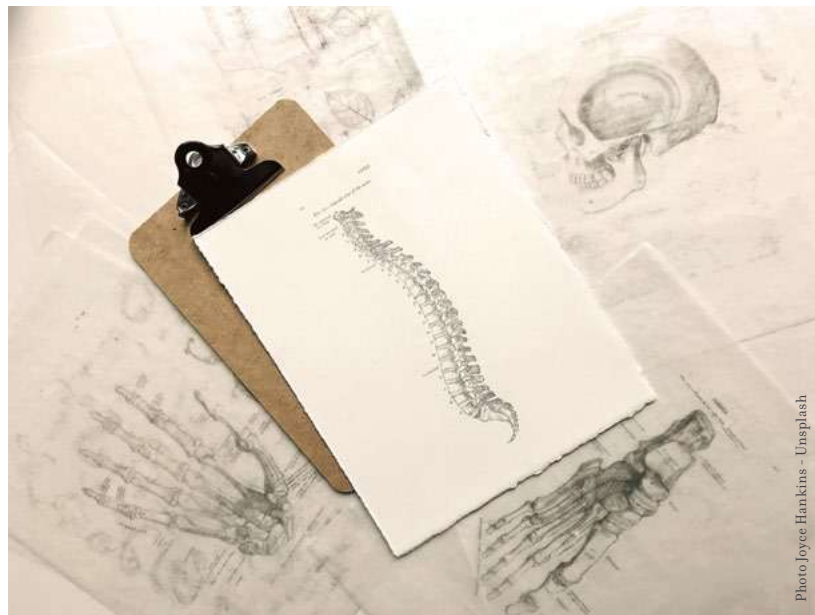
de qualifier les interactions qui se créent entre elles. L'objectif est de développer des dispositifs de tests automatisés sur cette base, en vue d'assurer la mise au point de biomédicaments personnalisés pour un patient.

Des puces à la place des cobayes...

La reproduction de tissus humains sur un microsystème biologique, ou « organe sur puce », est une voie prometteuse

pour étudier une pathologie ou tester des médicaments. Si elle fait espérer limiter l'expérimentation animale, voire s'y substituer, elle s'avère d'ores et déjà plus performante que la culture cellulaire traditionnelle. Dans le cadre d'une recherche sur des tumeurs du cerveau, menée à l'Institut FEMTO-ST par Agathe Figarol, spécialiste en

corporelle (ECMO) utilisées dans les hôpitaux assurent la supplémentation du sang en oxygène pour éviter un dysfonctionnement des organes vitaux qui peut être fatal pour le patient. Praticien hospitalier et chercheur au laboratoire SINERGIES, Hadrien Winiszewski a mené une étude auprès de soixante patients, entre 2022 et



bio-ingénierie, la vascularisation du cerveau est ainsi reproduite à l'échelle du micromètre dans ces puces. Pour parvenir au résultat voulu, des vaisseaux à base de gélatine, enrobés d'hydrogel, sont actuellement à l'étude : ce genre de matériau permet de reproduire les sinuosités qui caractérisent les vaisseaux sanguins. La composition de l'hydrogel, la forme des moules, la communication entre les cellules sont autant de paramètres considérés dans cette recherche qui mêle, à la croisée de la biologie et de l'instrumentation médicale, l'ingénierie tissulaire, la microfluidique, les technologies des semi-conducteurs et la culture de cellules humaines.

La bonne dose d'oxygène...

En cas d'insuffisance cardiaque ou pulmonaire très sévère, les membranes d'oxygénation extra-

corporelle (ECMO) utilisées dans les hôpitaux assurent la supplémentation du sang en oxygène pour éviter un dysfonctionnement des organes vitaux qui peut être fatal pour le patient. Praticien hospitalier et chercheur au laboratoire SINERGIES, Hadrien Winiszewski a mené une étude auprès de soixante patients, entre 2022 et

L'intelligence artificielle admise en réanimation...

La sédation, qui atténue la vigilance et les sensations, et l'analgésie, qui supprime la sensibilité à la douleur, sont effectuées en routine en service de réanimation.

Piloté par Amir Hajjam El Hassani (UTBM / SINERGIES) en collaboration avec le CHU de Besançon et l'entreprise CISTEO Médical, le projet ALISON++ prévoit d'optimiser ces pratiques en recourant à l'intelligence artificielle. Les dispositifs de monitoring couplés à l'IA visent une surveillance continue et en temps réel du niveau de sédation et d'analgésie, pour une prise en charge individualisée des patients qui leur promet davantage de sécurité, de confort, et des soins plus adaptés. Le modèle mis au point intègre différentes technologies d'intelligence artificielle, résultant de quinze ans de recherches au laboratoire SINERGIES ; il a déjà fait l'objet d'applications dans d'autres domaines de la santé, avant de se décliner dans le projet ALISON++, qui vient de débiter (2025-2028).

Un soutien-gorge taillé pour le dépistage du cancer...

CBRA, acronyme anglais pour soutien-gorge connecté, détecte de façon précoce, non invasive et sans radiation des anomalies dans les tissus mammaires. Un dépistage assuré en trente minutes, que la mammographie pourra ensuite compléter pour établir un diagnostic précis.

CBRA allie plusieurs technologies, notamment des capteurs thermiques, qui enregistrent une carte thermique de la zone mammaire, et l'intelligence artificielle, pour élaborer des algorithmes de détection par apprentissage automatique. Depuis 2022, cinquante patientes se prêtent à des essais cliniques qui se terminent en ce début juillet, et qui sont jugés prometteurs. Les recherches se poursuivent pour améliorer le dispositif et rendre le soutien-gorge accessible à toutes les morphologies. CBRA, premier projet de ce genre en France, est piloté par Zeina Al Masry, enseignante-chercheuse en mathématiques appliquées à SUPMICROTECH / Institut FEMTO-ST.

COMMUNIQUER À L'HÔPITAL

ACCUEIL EN 3D POUR LES SOIGNANTS

Chacun des
nouveaux
arrivants peut
entrer dans une
reconstruction
3D du service
des urgences
plus vraie que
nature

Qu'elle s'affiche en 2D ou 3D, inclue ou non de la réalité virtuelle ou augmentée, l'image est un instrument puissant au service de nombreuses applications. L'équipe Imagerie de la HE-Arc Ingénierie développe depuis des années de nombreux projets pour le domaine de la santé, comme ce *serious game* qui, mis au point avec des ergonomes, met des salariés dans une situation de travail virtuelle et évolutive pour déterminer et potentiellement corriger les conditions d'apparition de troubles musculo-squelettiques (TMS). Certains outils sont directement destinés aux soignants. Un *serious game* 3D a par exemple été mis au point pour mettre virtuellement en situation délicate les personnels impliqués dans les soins palliatifs. Il s'agit de les aider à identifier leurs forces et faiblesses en « compétences douces », comme la gestion du stress ou l'empathie, des *soft skills* permettant une meilleure prise en charge de leurs patients. Un autre « jeu sérieux », actuellement en cours de prototypage, s'adresse aux infirmières et infirmiers pour les aider à mieux gérer leurs temps, et en particulier leur pause, et par là même leur fatigue physique ou émotionnelle. Un autre encore vient en soutien à une formation aux premiers secours pour le personnel employé dans les crèches. Synthèse d'images, modélisation géométrique et utilisation de l'intelligence artificielle,

ces outils requièrent tous des technologies de pointe et font l'objet de longues phases de développement, de leur conception à leur déploiement sur le terrain, en passant par différentes étapes de tests.

Dans un projet actuellement mené avec le CHUV de Lausanne et Pierre-Nicolas Carron, le chef du service des urgences de l'hôpital, Stéphane Gobron et ses collaborateurs à la HE-Arc travaillent à la mise au point d'un outil de « simulation gamifiée », pour que les nouveaux personnels du service puissent connaître les lieux avant leur arrivée. Une démarche pertinente dans un service qui se montre géographiquement vaste et complexe, et où l'urgence est de mise. « L'objectif est d'aider les nouveaux arrivants à plus vite se repérer, à mieux identifier les lieux, le personnel permanent et le fonctionnement du service. » Grâce à un simple lien reçu par mail, chacun peut entrer dans une reconstruction 3D du service plus vraie que nature.

Une présentation immersive originale, assortie de différentes « quêtes » dont le succès conditionne l'accès à d'autres tâches cachées. Les questions sont professionnelles ou de l'ordre de la relation, puisque les personnels déjà en place, et qui apparaissent dans la simulation, se prêtent au jeu en livrant une

anecdote qui permet de mieux les connaître. « La mise en situation donne aussi l'occasion aux personnes de se rapprocher », relève Stéphane Gobron. Cet outil de simulation, né d'un projet de recherche pour lequel une publication scientifique est en cours, sera opérationnel au service des urgences de l'hôpital après les dernières phases de test et de développement.

VERS UNE MEILLEURE PRISE EN CHARGE DES PATIENTS

Aux urgences toujours, c'est aux patients et aux familles qui ne maîtrisent pas bien le français ou qui ont des difficultés à communiquer que s'adresse MARTI, une solution imaginée pour améliorer la communication avec les



Contacts :

Laboratoire RIGHT

EFS BFC / UMLP / INSERM

CHU de Besançon

Zohair Selmani / Alexis Overs

Tél. +33 (0)3 63 08 24 25

zohair.selmani@univ-fcomte.fr

alexis.overs@chu-besancon.fr

Laboratoire Chrono-environnement

UMLP / CNRS

Stéphane Roux

Tél. +33 (0)3 81 66 62 99

stephane.roux@univ-fcomte.fr

Laboratoire SINERGIES

Soins intégrés, nanomédecine,

IA & ingénierie pour la santé

UMLP / INSERM

Christophe Meyer / Aurélien Louvrier

Tél. +33 (0)3 81 66 90 19

christophe.meyer@univ-fcomte.fr

aurelien.louvrier@univ-fcomte.fr

Hadrien Winiszewski

hadrien.winiszewski@univ-fcomte.fr

Amir Hajjam El Hassani

Tél. +33 (0)3 84 58 33 54

amir.hajjam@utbm.fr

BIOTIKA

ISIFC - UMLP

Vincent Armbruster

Sébastien Euphrasie

Tél. + 33 (0)3 81 66 66 90

vincent.armbruster@univ-fcomte.fr

sebastien.euphrasie@femto-st.fr

Haute Ecole Arc Ingénierie**Groupe Imagerie**

Stéphane Gobron

Tel. +41 (0)32 930 25 79

stephane.gobron@he-arc.ch

Centre d'investigation clinique – CIC

CHU de Besançon

Jean-Baptiste Pretalli

jbpretalli@chu-besancon.fr

Institut FEMTO-ST**Dpt AS2M**

Aude Bolopion

Tél. +33 (0)3 81 40 29 25

aude.bolopion@femto-st.fr

Zeina Al Masry

Tél. +33 (0)3 81 40 28 01

zeina.almasry@femto-st.fr

Dpt MN2S

Agathe Figarol

Tél. +33 (0)3 81 66 64 19

agathe.figarol@femto-st.fr

soignants. Une communication de mauvaise qualité est en effet associée à une prise en charge moins efficace pour les patients, depuis l'accès aux soins jusqu'au suivi. Elle contribue également à une surcharge de travail et à un stress accru pour les soignants, ainsi qu'à un alourdissement global du parcours de soins pour le système de santé. Accessible sur *smartphone* ou sur une tablette fournie par le service, MARTI est proposée dans les langues les plus utilisées par les patients allophones en France, et imagée de pictogrammes pour aider à la compréhension.

MARTI donne la possibilité au patient, pendant le temps d'attente précédent la consultation médicale, de consigner les premières informations le concernant, antécédents, traitements en cours, allergies..., et de décrire les symptômes l'ayant conduit aux urgences.

Mise au point par une équipe d'urgentistes emmenée par le médecin Quentin Paulik aux Hospices civils de Lyon, objet de la création d'une *start-up* qui vise sa commercialisation, l'application est aujourd'hui accompagnée dans son développement par le Centre d'investigation clinique (CIC) du CHU de Besançon.

« Le principe de MARTI a été validé par différents tests. Il va désormais faire l'objet d'une étude clinique dans le cadre des urgences pédiatriques, pour mesurer son efficacité sur la communication avec des familles allophones », explique Jean-Baptiste Pretalli, chargé de recherche au CIC. La phase de recrutement est en cours au CHU de Besançon et à l'hôpital Nord Franche-Comté, auprès de couples majeurs et parents d'enfants de moins de quatorze ans. L'enquête permettra de mesurer la satisfaction des patients et des soignants, et de vérifier la qualité ergonomique de l'application. L'analyse et la publication des conclusions de cette étude pilote sont attendues pour août 2026. Si l'intérêt de la démarche se voit confirmé, l'application MARTI pourrait être adaptée à d'autres situations de consultations de soins.

BIOM@X, POUR FÉDÉRER LES RECHERCHES EN SANTÉ

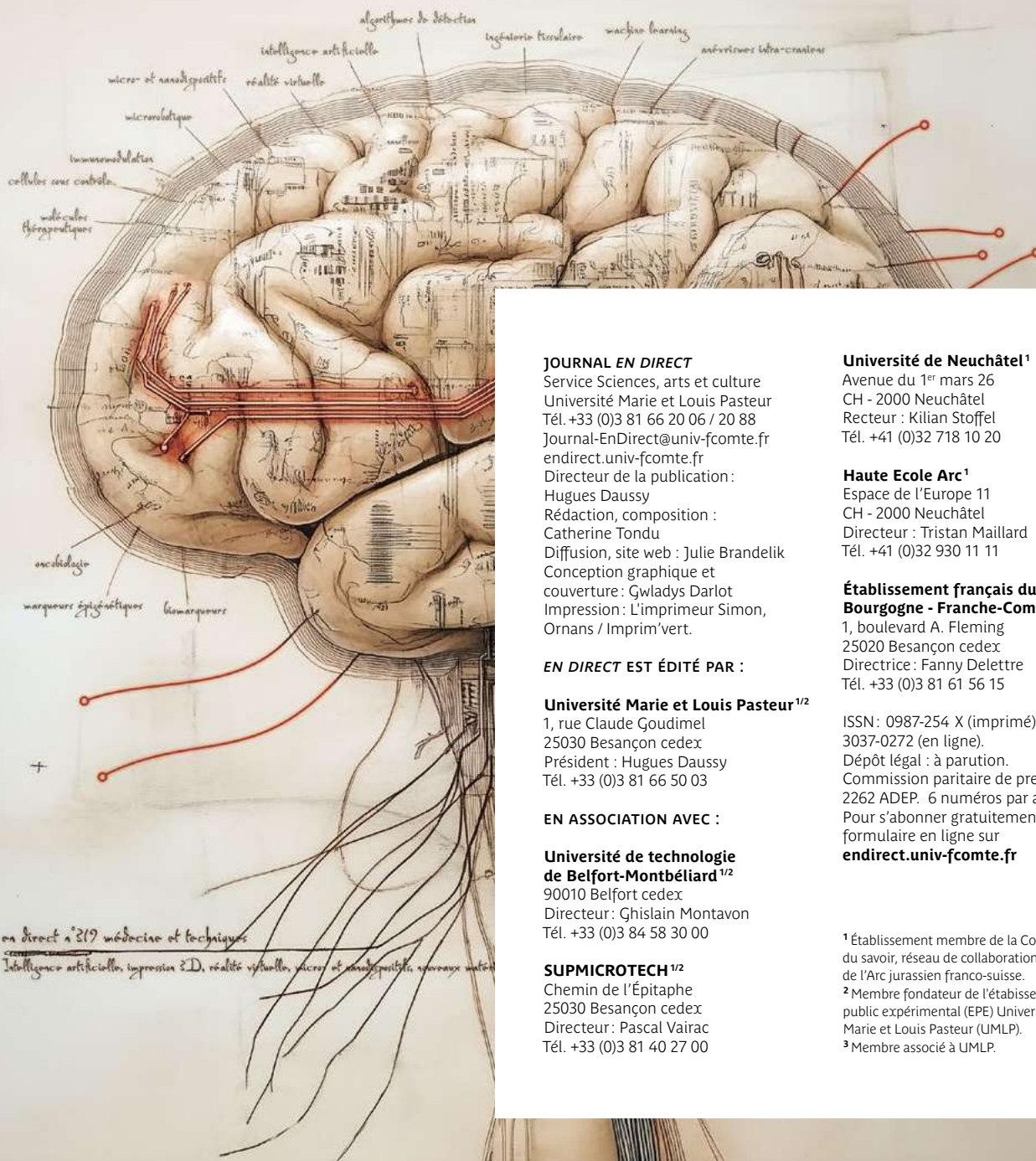
Inscrits dans un écosystème régional particulièrement impliqué dans le domaine, les départements de recherche de l'Institut FEMTO-ST développent de nombreux projets autour des problématiques de santé.



C'est pour fédérer ces recherches, leur donner davantage de visibilité, favoriser les échanges avec le monde socio-économique et établir plus de liens avec la formation que Biom@x a été mis en place.

Axe de recherche, réseau d'acteurs de la santé, guichet unique pour les entreprises, Biom@x c'est tout cela à la fois. Avec pas moins d'une centaine de projets menés à différentes échelles, la molécule, la cellule, l'organisme et enfin la société, c'est l'ensemble de la démarche en santé qui est couverte par les investigations des chercheurs.

Des nanobiologies aux neurosciences en passant par la microrobotique, l'imagerie ou l'intelligence artificielle, pour ne citer que quelques exemples des compétences humaines et technologiques qui jalonnent cette longue chaîne, Biom@x est un point d'ancrage et un lieu d'échange, dont on peut contacter les responsables, Agathe Figarol et Jean-Julien Aucouturier, à l'adresse biomax@femto-st.fr.



JOURNAL EN DIRECT

Service Sciences, arts et culture
Université Marie et Louis Pasteur
Tél. +33 (0)3 81 66 20 06 / 20 88
Journal-EnDirect@univ-fcomte.fr
endirect.univ-fcomte.fr

Directeur de la publication :
Hugues Daussy
Rédaction, composition :
Catherine Tondou
Diffusion, site web : Julie Brandelik
Conception graphique et
couverture : Gwladys Darlot
Impression : L'imprimeur Simon,
Ornans / Imprim'vert.

EN DIRECT EST ÉDITÉ PAR :

Université Marie et Louis Pasteur^{1/2}

1, rue Claude Goudimel
25030 Besançon cedex
Président : Hugues Daussy
Tél. +33 (0)3 81 66 50 03

EN ASSOCIATION AVEC :

Université de technologie de Belfort-Montbéliard^{1/2}

90010 Belfort cedex
Directeur : Ghislain Montavon
Tél. +33 (0)3 84 58 30 00

SUPMICROTECH^{1/2}

Chemins de l'Épitapec
25030 Besançon cedex
Directeur : Pascal Vairac
Tél. +33 (0)3 81 40 27 00

Université de Neuchâtel¹

Avenue du 1^{er} mars 26
CH - 2000 Neuchâtel
Recteur : Kilian Stoffel
Tél. +41 (0)32 718 10 20

Haute Ecole Arc¹

Espace de l'Europe 11
CH - 2000 Neuchâtel
Directeur : Tristan Maillard
Tél. +41 (0)32 930 11 11

Établissement français du sang Bourgogne - Franche-Comté³

1, boulevard A. Fleming
25020 Besançon cedex
Directrice : Fanny Delettire
Tél. +33 (0)3 81 61 56 15

ISSN : 0987-254 X (imprimé),
3037-0272 (en ligne).
Dépôt légal : à parution.
Commission paritaire de presse :
2262 ADEP. 6 numéros par an.
Pour s'abonner gratuitement,
formulaire en ligne sur
endirect.univ-fcomte.fr

¹ Établissement membre de la Communauté
du savoir, réseau de collaboration
de l'Arc jurassien franco-suisse.

² Membre fondateur de l'établissement
public expérimental (EPE) Université
Marie et Louis Pasteur (UMLP).

³ Membre associé à UMLP.