

en DIRECT

LE JOURNAL DE LA RECHERCHE ET DU TRANSFERT DE L'ARC JURASSIEN - NUMÉRO 292 - JANVIER-FÉVRIER 2021



GRAND FORMAT [CRISE EXISTENTIELLE]

VIRUS EN CONTEXTES

PLATEFORME PHOTONHUB EUROPE

Les technologies photoniques à portée de main des PME

BIENVENUE DANS LA VOIE LACTÉE

L'extraordinaire voyage de Gaia

MAISON BLANCHE

Quand Trump et Biden en sont venus aux mots

INDUSTRIE [DU FUTUR]

Usine miniature pour microtechniques

PASSÉ [RECOMPOSÉ]

Histoire vraie : nos ancêtres les Gaulois

L'ÉQUIPE D'EN DIRECT
VOUS SOUHAITE
UNE BONNE ANNÉE 2021

EN DIRECT

NUMÉRO 292 - JANVIER - FÉVRIER 2021

3 | ACTUALITÉS

- Macha Woronoff préside aux destinées de l'université de Franche-Comté
- Dans la famille des herpèsvirus, le *cytomégalo*virus à l'origine de cancers ?
- Les technologies photoniques à portée de main des PME
- Le mystère s'éclaircit au cœur de la Galaxie
- L'extraordinaire voyage de Gaia
- Une momie égyptienne objet de tous les soins, par-delà le temps
- Pour des multinationales respectueuses des droits humains et de l'environnement
- Quand Trump et Biden en sont venus aux mots
- La valeur des espaces agricoles en un coup d'œil sur une carte

12 | INDUSTRIE [DU FUTUR]

Usine miniature pour microtechniques

14 | PASSÉ [RECOMPOSÉ]

Histoire vraie : nos ancêtres les Gaulois

16 | GRAND FORMAT [CRISE EXISTENTIELLE]

Virus en contextes



GOUVERNANCE

MACHA WORONOFF PRÉSIDE AUX DESTINÉES DE L'UNIVERSITÉ DE FRANCHE-COMTÉ

De multiples responsabilités ont toujours jalonné son parcours professionnel, dans la sphère académique comme dans le monde médical. Professeur des universités - praticien hospitalier (PU-PH) en pharmacie clinique, Macha Woronoff a été élue présidente de l'université de Franche-Comté en décembre dernier pour quatre ans. Ce nouveau mandat intervient après qu'elle a, entre autres, occupé le poste de doyen de pharmacie pendant près de dix ans à l'UFR SMP (Faculté de médecine-pharmacie) de Besançon, été élue sans interruption depuis 2006 au conseil d'administration de l'université, dont elle était vice-présidente depuis 2016, et exercé la fonction de vice-présidente recherche au CHU de Besançon de 2010 à 2020. Macha Woronoff est la deuxième femme à prendre en main les rênes de l'université, près de vingt ans après Françoise Bévalot, dont la coïncidence veut qu'elle ait été sa directrice de thèse de doctorat. L'accompagnement des femmes vers des postes à responsabilité est d'ailleurs un cheval de bataille de Macha Woronoff, tout comme la laïcité, la lutte contre le racisme ou encore l'égalité des chances. À partir de ces valeurs fondatrices, la présidente hisse la responsabilité de l'université envers ses étudiants au rang de priorité absolue. « Nous leur devons leur première insertion professionnelle, ainsi que les suivantes. Cela signifie non seulement leur proposer des formations de qualité, mais aussi leur permettre d'acquérir l'agilité intellectuelle nécessaire pour s'adapter à une évolution des métiers aujourd'hui difficile à anticiper. Et leur donner les moyens de compléter leur

curseus initial, grâce aux possibilités qu'offre l'université en termes de formation tout au long de la vie, est plus que jamais indispensable. »

La notion d'intégrité et de qualité scientifique prend tout son sens dans ce contexte, il s'agit d'inculquer aux étudiants les principes de la rigueur scientifique, un rempart inébranlable contre les assauts de la « fausse science » sévissant aujourd'hui.

Les anciens étudiants ont aussi toute leur place dans l'université telle que la conçoit Macha Woronoff. En encourageant la création d'un réseau d'*alumni*, la présidente souhaite que des liens privilégiés se tissent avec eux : retours de terrain sur les besoins en formation, accueil d'étudiants en stage, relations avec le monde de l'entreprise..., les anciens étudiants ont un rôle à jouer dans l'insertion professionnelle des plus jeunes, et au-delà, dans la vie de l'université dans et hors ses murs.

C'est l'une des bases sur lesquelles l'université veut s'appuyer pour assurer son rayonnement. La fédération UBFC en est une autre, qui en regroupant l'essentiel de la recherche de la région Bourgogne - Franche-Comté, se pose en entité avec laquelle compter au plan national et à l'international. « Il est indispensable de laisser derrière nous les dissensions qui ont pu accompagner la construction d'UBFC, et se tourner vers l'avenir. L'expérience nous a déjà montré que travailler



ensemble, dans la confiance et le respect, est à l'origine de magnifiques succès. »

Macha Woronoff insiste par ailleurs sur la nécessité de renforcer les interactions de l'université avec les milieux socio-économiques et les territoires, que le mode de gouvernance par pôles qu'elle a choisi de mettre en place veut favoriser. Dans cet esprit, les collaborations initiées de longue date avec nos voisins suisses restent bien sûr d'actualité. « La récente inscription par l'UNESCO des savoir-faire franco-suisses en horlogerie et mécanique d'art au patrimoine culturel immatériel de l'humanité est emblématique des liens tissés dans l'Arc jurassien, y compris en matière de recherche et d'enseignement. Le partenariat avec la Suisse est évident et naturel, et notre statut d'université frontalière constitue un atout et une force. »

Contact :
Présidence de l'université
Macha Woronoff
Tél. +33 (0)3 81 66 50 03
presidente@univ-fcomte.fr

INVESTIGATIONS BIOLOGIQUES

DANS LA FAMILLE DES HERPÈSVIRUS,
LE CYTOMÉGALOVIRUS À L'ORIGINE DE CANCERS ?

On sait aujourd'hui que 15 % des cancers sont directement provoqués par des virus. Sept d'entre eux sont identifiés clairement comme étant à l'origine de cancers humains. La responsabilité du virus de l'hépatite B est par exemple établie dans l'apparition de cancers du foie, et celle du *papillomavirus* dans la presque totalité des cancers du col de l'utérus. Certains virus de la famille des herpès, tels que le virus d'Epstein-Barr et celui du sarcome de Kaposi, sont eux aussi impliqués dans la survenue de cancers. À l'intérieur de cette famille des herpèsvirus, le *cytomegalovirus* (CMV) est suspecté d'avoir un lien avec une tumeur cérébrale maligne, le glioblastome, depuis des travaux menés aux États-Unis par le neurochirurgien Charles Cobbs, qui découvre la présence du virus dans une grande proportion de tumeurs cérébrales. Ces résultats, publiés en 2002 et confirmés dans les années suivantes par d'autres équipes, sont à l'origine de recherches menées au laboratoire EPILAB de l'université de Franche-Comté depuis 2009. « La question qui préoccupe la communauté scientifique depuis la découverte du Pr Cobbs est de savoir si le virus peut être à l'origine de la tumeur ou si, réactivé à la faveur de l'immunosuppression liée à la tumeur ou provoquée par les traitements, il se multiplie au niveau de celle-ci, favorisant ainsi la progression de la maladie », explique le Pr Georges Herbein, médecin biologiste et virologue, directeur d'EPILAB. La deuxième option, celle encourageant la progression tumorale, ou onco-modulation, a longtemps prévalu. Les travaux de Georges Herbein et de son équipe remettent sur le devant de la scène la première

hypothèse, celle d'une responsabilité directe du *cytomegalovirus* dans l'apparition de la tumeur. « Le lien entre CMV et cancer peut être exploré non seulement dans le cas du glioblastome, mais aussi dans l'apparition de cancers du côlon, du foie ou du sein. C'est sur le cancer du sein que nos travaux portent depuis dix ans. »

UN LIEN DE CAUSALITÉ
MIS EN ÉVIDENCE POUR
LA PREMIÈRE FOIS

Les chercheurs d'EPILAB ont travaillé sur des cellules mammaires humaines normales, qu'ils ont mises en présence de différentes souches de CMV en laboratoire. « On voit que le virus se réplique et qu'il peut entraîner la cancérisation des cellules saines. Nous avons ainsi pu montrer que deux souches de CMV, que nous avons pour la première fois isolées et caractérisées, entraînent la cancérisation des cellules mammaires humaines, et il n'est pas exclu que le constat se confirme pour d'autres. » Le *cytomegalovirus* pourrait donc bien être oncogène, un huitième virus à ajouter à ceux déjà connus à ce jour. D'après les résultats obtenus, les formes de cancers du sein qu'il provoquerait figurent parmi les plus sévères, les plus résistants au traitement. L'hypothèse du rôle oncogène du CMV représente un espoir, celui de la mise au point d'un vaccin qui pourrait protéger les populations saines contre l'infection à CMV, prévenir chez les patients immunodéprimés ou sous chimiothérapie l'apparition de maladies sévères à CMV, et empêcher la survenue de certains cancers causés par le CMV et/ou

dont le CMV serait un facteur aggravant. Les premières pistes d'un tel vaccin sont d'ores et déjà explorées en collaboration avec l'équipe du Pr Olivier Adotevi, oncologue et immunologiste au laboratoire RIGHT à l'EFS BFC, parallèlement à la poursuite des recherches concernant la cancérisation cellulaire par le CMV. « Outre l'identification d'autres souches du virus potentiellement oncogènes, il nous reste à déterminer les mécanismes impliqués dans le processus de cancérisation virale », précise Georges Herbein. EPILAB est l'un des trois laboratoires européens à travailler sur la relation entre CMV et cancer, les deux autres se trouvant à Stockholm et à Amsterdam. « Notre équipe est certes modeste si on compare ses moyens à ceux des grandes équipes, notamment américaines, qui sont une dizaine également impliquées sur le sujet. Nous avons pour cette raison besoin d'un peu plus de temps, mais cela ne nous empêche pas d'aboutir à des résultats probants sur des problématiques nouvelles, qui nous placent en très bonne position au niveau mondial. » L'équipe du Pr Georges Herbein est ainsi la première à montrer un lien direct de causalité entre CMV et cancérisation cellulaire, ce qui ouvre des perspectives importantes en termes de traitement et de prévention de cancers graves, tels les cancers du sein et du cerveau.

Contact :
EPILAB - Épigénétique des infections
virales et des maladies inflammatoires
Université de Franche-Comté
Georges Herbein
Tél. +33 (0)3 81 66 57 04
georges.herbein@univ-fcomte.fr

PLATEFORME PHOTONHUB EUROPE

LES TECHNOLOGIES PHOTONIQUES À PORTÉE DE MAIN DES PME

À la fois science et technologie de la lumière, la photonique est un secteur en plein essor qui concerne 5 000 entreprises et leurs 300 000 employés en Europe. Mais c'est surtout pour les autres que la plateforme PhotonHub Europe vient d'être inaugurée, pour les quelque 20 millions de PME qui auraient à tirer avantage des apports de la photonique pour innover dans leurs productions ou leurs procédés industriels. À l'origine de la conception de lasers, sources LED, capteurs, détecteurs, fibres optiques, cellules photovoltaïques..., la photonique est aujourd'hui partout, des réseaux télécom aux équipements médicaux, des systèmes d'aide à la conduite aux instruments de mesure pour l'environnement. Elle est devenue incontournable pour relever les défis économiques et sociétaux actuels et futurs. En remportant l'appel à projet Photonics Innovation Hubs dans le cadre du programme européen Digital Innovation Hubs, la plateforme PhotonHub Europe amène les solutions photoniques à la porte des entreprises.

UN GUICHET UNIQUE, DES COMPÉTENCES MULTIPLES

PhotonHub Europe est un guichet unique auquel les entreprises peuvent s'adresser pour tout projet d'innovation en rapport avec la photonique. Derrière ce guichet ouvert depuis le 1^{er} janvier, 54 centres de compétences de premier plan pour répondre aux demandes et aider les entreprises dans leur démarche : « En France, en Belgique, en Suisse, en Angleterre, en Pologne..., ces

centres disposent du meilleur en matière de technologies, d'installations et de savoir-faire, chacun avec ses spécificités », explique Hervé Maillotte, chercheur en optique à l'Institut FEMTO-ST et coordinateur de PhotonHub Europe au niveau académique national. La France est en effet l'unique pays à n'avoir qu'un seul centre académique de compétences identifié, le CNRS, mais qui regroupe les 12 unités de recherche impliquées dans le projet, et avec elles 28 plateformes technologiques dont 4 centrales de micro- nanofabrication d'envergure, et plus de 70 collaborateurs ; l'Institut FEMTO-ST est le coordinateur scientifique et technique du centre de compétences français. L'ambition de PhotonHub Europe est de favoriser et de financer les travaux d'une équipe aidant au développement d'un projet industriel, sur toute la chaîne de valeur de l'innovation, selon les besoins depuis la R&D jusqu'à l'accompagnement *business* et l'investissement, en passant par la formation. Pour répondre pleinement à cet objectif, la plateforme est organisée en huit filières cohérentes avec la réalité industrielle du secteur : fibres optiques ; procédés lasers ; optique en espace libre, pour la réalisation d'instruments ; optique sur polymères ; photonique sur silicium ; sur nitrure de silicium ; sur phosphore d'indium, ces trois matériaux semi-conducteurs étant des champions de l'intégration et de la compatibilité avec les

dispositifs micro-électroniques ; MOEMS et photonique sur matériaux actifs ; apparenté à cette famille, le niobate de lithium est une spécialité historique de l'Institut FEMTO-ST et fait aujourd'hui l'objet des recherches de Nadège Courjal, responsable de la filière MOEMS pour la plateforme.

Au même titre que la robotique, l'intelligence artificielle ou encore le numérique, la photonique est l'une des technologies clés pour l'industrie 4.0 que les instances européennes ont souhaité distinguer dans le cadre de l'appel à projets Photonics Innovation Hubs. Élu lors de cette sélection, PhotonHub Europe est doté d'un budget de 19 millions d'euros pour 52 mois, avec la volonté affichée de voir la plateforme se pérenniser au-delà du projet initial.

Contacts :

Département Optique
 Institut FEMTO-ST
 UFC / ENSMM / UTBM / CNRS
 Hervé Maillotte / Nadège Courjal
 Tél. +33 (0)3 81 66 64 25 / 55 85
herve.maillotte@femto-st.fr
nadege.courjal@femto-st.fr
<https://www.photonhub.eu/>



Photo J. Chretien - Institut FEMTO-ST

DES ÉTOILES PLEIN LES YEUX

LE MYSTÈRE S'ÉCLAIRCIT AU CŒUR DE LA GALAXIE

Comme la majorité des galaxies de forme spirale que compte l'Univers, la Voie lactée est formée d'un bulbe entourée d'un disque, au total habitées par deux cents milliards d'étoiles. Une étude internationale combinant observation du ciel et modélisation numérique vient de lever un coin du voile sur le mystère de la formation du bulbe de la Voie lactée, et d'apporter une réponse à une question qui anime la communauté scientifique depuis des décennies. Pilotée par l'université de Californie, l'étude a été menée depuis l'Observatoire

FAIRE PARLER LES ÉTOILES

L'étude a su faire parler les étoiles composant le bulbe galactique, qui avouent l'âge canonique de dix milliards d'années. Très anciennes, mais toutes sensiblement du même âge : c'est donc un processus bref et unique de formation des étoiles qui aurait donné naissance au cœur de notre galaxie. L'hypothèse avait déjà été émise par certains scientifiques ; sa confirmation bat en brèche la supposition inverse, selon laquelle plusieurs épisodes de formation des étoiles auraient été nécessaires au cours du temps. « De précédentes investigations sur la composition du bulbe faisaient état d'une cohabitation entre étoiles jeunes et anciennes ; on a pu constater avec cette nouvelle étude que les jeunes étoiles, datées d'environ trois milliards d'années, appartiennent en réalité au disque de la Voie lactée. »

BIAS D'OBSERVATION CORRIGÉS

« L'erreur d'appréciation provenait du fait que notre système solaire est situé quasiment sur la tranche du disque, et donc que notre poste d'observation depuis la Terre ne nous permet qu'une vue rasante sur la Galaxie : lorsque nous regardons vers son centre, les étoiles jeunes se situent sur notre trajectoire, en avant-plan des plus anciennes. » Les moyens technologiques aujourd'hui mis en œuvre ont eu raison de cette perspective trompeuse. En prenant en compte plusieurs millions d'étoiles, l'étude a ouvert une fenêtre d'observation de dimensions inédites ; les données

recueillies au télescope ont été confrontées aux simulations que permet le modèle de Besançon, reconnu par la communauté scientifique pour être l'un des seuls au monde à synthétiser l'ensemble des connaissances portant sur les objets célestes de la Galaxie. Forte de ces approches complémentaires, l'étude a livré des informations donnant enfin aux scientifiques la possibilité de s'affranchir du biais introduit par l'angle d'observation.

Les 400 000 images capturées par le télescope ont été converties en données numériques indiquant la luminosité, la couleur, le mouvement propre et la composition chimique d'étoiles observées à une profondeur encore jamais atteinte à l'intérieur du bulbe. La spectroscopie a par ailleurs révélé une abondance d'éléments métalliques dans leur composition. « L'accumulation d'éléments chimiques lourds est le résultat d'un lent processus dans le milieu stellaire, ce sont donc en principe les étoiles récentes qui en contiennent le plus. Ici, c'est le contraire. La situation semble paradoxale, elle tend cependant à conforter le scénario selon lequel ces étoiles se sont rapidement formées à une période où le gaz, à l'origine de toute création d'étoile, devait être extrêmement dense et s'enrichissait rapidement en métaux dans le milieu qui allait donner naissance au bulbe de la Voie lactée. »



*Vue de la région centrale de la Voie lactée obtenue par la Dark Energy Camera (DECam) à l'Observatoire interaméricain de Cerro-Tololo au Chili.
Crédit : STScI-2020-56*

interaméricain de Cerro-Tololo au Chili et concerne plusieurs millions d'étoiles.

La partie simulation, qui aide à interpréter de manière fiable les données recueillies, a été assurée à l'Observatoire de Besançon par les astrophysiciennes Annie Robin et Nadège Lagarde.

Contacts :

Institut UTINAM – Observatoire des sciences de l'Univers THETA de Franche-Comté
Université de Franche-Comté / CNRS
Annie Robin / Nadège Lagarde
Tél. +33 (0)3 81 66 69 41 / 69 33
annie.robin@obs-besancon.fr
nadege.lagarde@utinam.cnrs.fr

BIENVENUE DANS LA VOIE LACTÉE

L'EXTRAORDINAIRE VOYAGE DE GAIA

Parue début décembre, la troisième version du catalogue Gaia (1^{ère} partie) consigne les résultats des 34 premiers mois d'observation de la Voie lactée par le satellite européen depuis son lancement, voilà tout juste 7 ans. Un gigantesque ensemble d'informations venues du ciel, analysées et interprétées sur Terre par des ordinateurs suffisamment puissants pour traiter des données se mesurant en pétaoctets. À la fin des années 1980, Hipparcos avait le premier démontré l'intérêt de la prise de mesures astrométriques depuis des engins spatiaux, permettant notamment de s'affranchir des biais induits par l'atmosphère.

Avec des possibilités démultipliées, Gaia est le deuxième satellite envoyé dans l'espace pour observer notre galaxie de l'intérieur.

Sa mission consiste à recenser tous les objets célestes placés sur sa route, pour lesquels il donne des précisions de position, de distance et de mouvement. Le catalogue concerne ainsi 1,8 milliard d'étoiles, 1,6 million de sources extragalactiques (quasars ou galaxies compactes) et plus de 14 000 astéroïdes. C'est une révolution dans l'histoire de l'astronomie, qui dope de façon spectaculaire la connaissance de notre galaxie, de sa formation et de son évolution, et même de certaines lois physiques.

À Besançon, les astrophysiciennes Céline Reylé et Annie Robin sont engagées dans l'aventure Gaia depuis les tout premiers préparatifs de la mission. Elles ont de plus participé à l'un des articles démontrant le potentiel scientifique du catalogue, qui concerne les étoiles voisines du Soleil.

Les capacités du satellite à observer les étoiles les plus petites et les moins brillantes se limitent

à 326 années-lumière autour du Soleil ; cette région est qualifiée de « voisinage solaire » car elle ne représente qu'une infime partie de la Voie lactée, dont le disque s'étend sur 100 000 années-lumière.

Sachant qu'une année-lumière représente 10 000 milliards de kilomètres, c'est tout de même une fenêtre gigantesque qui s'ouvre sur la voûte céleste pour en élaborer une carte exhaustive. Pour mémoire et repère, et pour autant qu'on puisse se représenter une telle comparaison, la distance entre la Terre et le Soleil n'est que d'à peine 150 millions de km.

« Ce sont plus de 300 000 étoiles dans le voisinage du Soleil que Gaia permet précisément de recenser et de caractériser, précise Céline Reylé. Nous disposons par exemple d'informations sur la vitesse dans 3 directions de 74 000 d'entre elles, des informations à partir desquelles nous pouvons élaborer des prédictions sur leur mouvement et leur position dans le temps. Ces projections donnent à penser que dans 500 millions d'années, ces étoiles proches, pour l'instant disséminées dans l'espace autour du Soleil, s'éloigneront pour former un long ruban qui s'enroulera autour de la Voie lactée ».

Les investigations de Gaia dépassent les limites mêmes de notre galaxie. Placé à 1,5 million de km de la Terre, le satellite a pu observer les Nuages de Magellan, deux petites galaxies situées à 150 000 années-lumière de la nôtre et parmi ses plus proches voisines. Gaia a étudié la structure spirale des Nuages, la vitesse et l'orbite des étoiles qui les composent, ou encore l'interaction gravitationnelle qui les relie : ce sont les premières données de ce genre que l'astronomie acquiert hors de la Voie lactée.



La région que l'on appelle voisinage solaire (326 années-lumière), est représentée par le petit point blanc sur cette illustration de la Voie lactée telle qu'on pourrait la voir de l'extérieur, et qui s'étend, elle, sur 100 000 années-lumière. Crédit ESA/Gaia/DPAC, S. Payne-Wardenaar

Le voyage de Gaia est jugé tellement formateur qu'il se poursuit au-delà de la durée de séjour initialement prévue, et se prolongera jusqu'à 2025 sans doute. D'autres versions du catalogue, enrichies de nouvelles données, seront encore publiées. Des informations mises à la disposition de l'ensemble de la communauté scientifique, et que les curieux et passionnés d'astronomie peuvent également consulter sur <https://gaia.obspm.fr>. Pour une balade en 3D dans la Voie lactée, le logiciel Gaia Sky est gratuit et accessible à tous sur le site de l'Agence spatiale européenne (ESA) <https://gaia-sky.readthedocs.io/en/latest>.

Contacts :

Institut UTINAM – Observatoire des sciences de l'Univers THETA de Franche-Comté
Université de Franche-Comté / CNRS
Céline Reylé / Annie Robin
Tél. +33 (0) 3 81 66 69 41 / 69 35
celine.reyle@univ-fcomte.fr
annie.robin@obs-besancon.fr

RESTAURATION À MYSTÈRES

UNE MOMIE ÉGYPTIENNE
OBJET DE TOUS LES SOINS, PAR-DELÀ LE TEMPS

Ta-sherit-en-Imen nous vient tout droit de l'Égypte des pharaons, où elle aurait vécu entre 800 et 520 avant J.-C. Sa momie cache toujours sous ses bandelettes et à l'abri de son sarcophage le mystère de ce qu'elle fut. Si on ne sait encore que peu de choses d'elle, on connaît en revanche l'histoire qui l'amène aujourd'hui à la Haute Ecole Arc, où sa dépouille doit faire l'objet d'une restauration des plus respectueuses.



En 1887, le voyageur italien Zacharia Zanoli acquiert la momie de Ta-sherit-en-Imen sur un marché du Caire. L'époque n'est pas encore à la protection des biens culturels et de nombreuses momies font l'objet de transactions en toute impunité. Celle-ci est cependant rare car elle présente la particularité d'être toujours accompagnée du cartonnage qui la protège. Au début du XX^e siècle, mû par la curiosité, le collectionneur décide d'ouvrir le sarcophage, un événement qui attire curieux et journalistes dans son jardin de Brissago, dans le Tessin. Menée

sans les précautions scientifiques nécessaires, l'opération signe le début de sa dégradation.

En 1912, quelques années avant sa mort, Zacharia Zanoli fait don de l'ensemble de sa collection à la commune, qui ouvre un musée pour la présenter au public. La momie en devient l'une des pièces maîtresses avant que, en raison de signes de décrépitude de plus en plus visibles, elle soit retirée de l'exposition quelques décennies plus tard. En 2019, les administrateurs de Brissago, conscients des outrages qu'elle continue de subir dans l'atmosphère délétère de la pièce dans laquelle elle est entreposée, avancent l'idée de la faire restaurer. Devant le coût que représente une telle entreprise, Valentin Boissonnas, consulté pour son expertise en conservation-restauration à la Haute Ecole Arc, propose de monter un programme de recherche interdisciplinaire pour tenter de sauver la momie d'une détérioration définitive. « Soumis à des variations de température et d'humidité relative extrêmes, le couvercle du sarcophage s'était affaissé sur la momie, elle-même fragile et cassante. C'est ainsi que nous avons fait la connaissance de Ta-sherit-en-Imen. »

UN VOYAGE DE PRÈS
DE 3000 ANS

Le spécialiste espère la voir sous un jour meilleur lorsque les analyses techniques ainsi que les recherches historiques et anthropologiques donneront la connaissance nécessaire pour assurer sa restauration et sa préservation. « Il sera alors possible de connaître sa taille, son âge, les

maladies qui l'ont affectée, les raisons de son décès, et chose incroyable, de reconstituer les traits de son visage grâce aux techniques de reconstruction 3D. »

LIN, STUC ET PEINTURE

Pour l'instant, tout porte à croire que Ta-sherit-en-Imen était issue d'un rang supérieur, en raison du visage peint à la feuille d'or sur le sarcophage. L'analyse du corps et des bandelettes qui le protègent renseignera sur la technique d'embaumement, autre indice de l'appartenance à une classe sociale. L'étude des matériaux utilisés pour la réalisation du cartonnage, également fait de bandelettes de lin, collées entre elles puis recouvertes de stuc et de peinture, permettra d'en savoir plus sur la confection du sarcophage et sur les restaurations dont il a peut-être fait l'objet, les motifs qui le décorent n'étant pas tous identifiés de la même époque.

« Le corps avait été préparé avec beaucoup de soin pour pouvoir renaître dans l'au-delà. Il a été profané, et notre ambition est de poursuivre l'effort consenti voilà près de 3000 ans pour assurer sa conservation, afin d'être au plus proche de la volonté originale. » Un souci éthique partagé par les membres de l'équipe d'un projet prévu pour trois, voire quatre ans, et pour lequel le budget, estimé à 280 000 francs suisses, cherche encore des financeurs. Des collaborations sont d'ores et déjà engagées avec le département de conservation de la Hochschule der Künste Bern, le Musée historique et ethnographique de Saint-Gall, l'Institut de médecine évolutive de Zurich et le ministère de la culture



égyptien. Après leur restauration, la momie et son sarcophage pourront à nouveau être admirés à Brissago avant de rejoindre les collections égyptiennes du Musée historique et ethnographique de Saint-Gall ; une exposition et une publication scientifique retraceront l'histoire de la momie ainsi que les analyses et travaux réalisés.

Contact :
Haute Ecole Arc
Conservation-restauration
Valentin Boissonnas
Tél. +41 (0)76 557 19 06
valentin.boissonnas@he-arc.ch

REVERS DE LA MONDIALISATION

POUR DES MULTINATIONALES RESPECTUEUSES DES DROITS HUMAINS ET DE L'ENVIRONNEMENT

Le 29 novembre 2020, l'initiative populaire « pour des multinationales responsables » soumise au vote en Suisse était rejetée.

Si 50,7 % des citoyens votants s'étaient positionnés en faveur de la mesure, le projet n'a pas remporté l'adhésion dans la majorité des cantons. Or, la double majorité du peuple et des cantons est une condition *sine qua non* à l'adoption d'une initiative fédérale.

La Suisse affiche une densité de multinationales parmi les plus importantes au monde. Actuellement, la plupart applique les principes de la responsabilité sociale des entreprises (RSE). La démarche, pour être louable, se heurte cependant aux exigences de l'économie capitaliste, qui veut que les entreprises soient toujours plus rentables pour rester compétitives, un résultat obtenu quelquefois au mépris des droits humains et de l'environnement dans les pays où elles installent des centres de production. La situation s'aggrave encore lorsque ces pays sont dans un tel état

de dépendance économique, politique et technique que leurs gouvernements ferment les yeux sur certaines pratiques, voire les encouragent, au nom du nécessaire développement de leur pays. Et si les principes de la RSE s'avèrent souvent compliqués à mettre en place pour les multinationales lorsqu'elles sont de bonne foi, ils sont carrément ignorés par d'autres, qui n'hésitent pas à nier les effets parfois dévastateurs que leurs choix économiques provoquent.

C'est pour expliquer les ressorts d'une situation directement issue de la mondialisation de l'économie et pour étayer scientifiquement des propositions d'amélioration que Ellen Hertz, professeure d'ethnologie à l'université de Neuchâtel, et Yvan Schulz, également ethnologue, chercheur indépendant, ont publié l'ouvrage *Entreprises et droits humains : les limites de la bonne volonté*¹. Les auteurs adossent leur propos sur des conclusions de recherches menées en anthropologie, géo-

graphie humaine, sociologie ou encore science politique, sur des rapports émanant de la société civile, par exemple des ONG, et sur leurs propres enquêtes de terrain à l'international. Ils montrent comment la mise en place d'un *mix* entre gouvernances privée, publique et civile poserait les bases d'une responsabilisation des entreprises plus efficiente. « Conserver les apports de la RSE dans cette équation est essentielle car ils sont fondés sur une connaissance du fonctionnement des chaînes de production que seules les entreprises détiennent. Ajouter au dispositif un cadre réglementaire fixé par les États garantirait des normes identiques pour toutes les multinationales et permettrait l'accès des victimes à la justice du pays dans lequel elles

¹ L'ouvrage est paru aux éditions Seismo en octobre 2020 dans la collection *Penser la Suisse*, dont l'objectif est de publier des contenus scientifiques à destination du grand public pour nourrir la réflexion et le débat citoyens autour de problématiques d'actualité.

siègent, ici la Suisse. Enfin, acter le rôle de la sphère civile, comprenant les ONG, les travailleurs et les populations locales, signifierait bénéficier de l'expérience du terrain pour constater ou prévenir les atteintes aux droits humains et à l'environnement », explique Ellen Hertz. L'initiative populaire du 29 novembre est la première

sur cette question en Suisse. Elle intervient après que les tentatives de plusieurs parlementaires pour établir des dispositifs législatifs au niveau national se sont révélées infructueuses ces dernières années, et alors même que différentes voix s'élèvent sur la scène internationale en faveur d'un droit contraignant et de l'institu-

tion d'un cadre global partagé qui placeraient toutes les entreprises sur un pied d'égalité.

Contact :
Institut d'ethnologie
Université de Neuchâtel
Ellen Hertz
Tél. +41 (0)32 718 17 17
ellen.hertz@unine.ch

MAISON BLANCHE

QUAND TRUMP ET BIDEN EN SONT VENUS AUX MOTS

Joe Biden est le 46^e président des États-Unis d'Amérique. Mais son succès aux élections de novembre dernier n'a cependant pas été aussi éclatant qu'annoncé.

À l'université de Neuchâtel, une étude en linguistique computationnelle explique cette victoire en demi-teintes grâce à l'analyse du discours des candidats dans les médias pendant la campagne présidentielle.

Jacques Savoy et Loris Schmid sont spécialistes du traitement de la langue naturelle à l'Institut d'informatique de l'université. Avec la complicité de Christoph Glauser, politologue et spécialiste des médias à l'Institut IFAAR de Berne, ils ont approfondi les données du web à la fois pour déterminer la popularité des candidats et les thèmes de campagne suscitant le plus d'intérêt chez les électeurs. Sur fond de crise sanitaire limitant la tenue des traditionnels *meetings* politiques sur le territoire américain, internet et les réseaux sociaux ont joué un rôle crucial dans la diffusion de la parole des candidats. Et à ce petit jeu médiatique, comme lors de la campagne de 2016, Trump s'avère beaucoup mieux armé que son rival. Jacques Savoy étaye de chiffres ce constat :

« Pendant les deux derniers mois de la campagne, la moyenne des *tweets* postés chaque jour par les candidats était de 14 pour Biden et de 35 pour Trump. » Des chiffres d'autant plus parlants que le compte *twitter* de Trump affichait 89 millions d'abonnés, quand celui de Biden en comptait 19. Une force de frappe numérique largement favorable au camp républicain : « La répétition d'un message, même mensonger, permet d'atteindre le but visé. Pour preuve, à force de marteler que le *New York Times* publie des *fake news*, seulement 8 % des Républicains considèrent ce journal comme une source d'informations crédible. » Les thèmes les plus récurrents du discours des candidats sont la COVID-19 et l'emploi, le premier largement utilisé par Biden pour s'engouffrer dans une faille évidente pour le pouvoir en place, le second jouant son va-tout sur les chiffres du chômage, dont le taux passait de façon spectaculaire de 14,7 % en avril à 6,9 % en octobre, grâce au recours à un fort déficit budgétaire. De manière générale, Trump a attiré vers les aspects économiques, son point fort ; il s'est aussi posé en défenseur de l'ordre contre le chaos, usant de termes guerriers pour appuyer

ses assertions. De son côté, outre la gestion de la crise sanitaire par le gouvernement qu'il a vivement critiquée, Biden a misé sur les valeurs morales, teintant son discours d'une honnêteté de bon ton. « En marge de ces thématiques, l'éducation, la politique étrangère, le climat ou encore l'énergie ne sont que bruits de fond dans les *tweets* envoyés dans les deux derniers mois de la campagne », souligne Jacques Savoy.

Pour les experts, la négativité dont a fait preuve Trump dans un discours axé sur la peur et la colère a pu jouer en sa défaveur auprès de la population des indécis. Ceux-là qui, selon les politologues, s'abstiennent en général de voter, ont sans doute en partie été attirés par l'honnêteté du discours de Biden, à qui ils ont donné leurs voix. À l'inverse, la crainte de l'arrivée au pouvoir de « l'extrême gauche », avec un candidat qualifié de « socialiste » dans les *tweets*, aurait poussé une partie des indécis à voter républicain.

Contact :
Institut d'informatique
Université de Neuchâtel
Jacques Savoy
Tél. +41 (0)32 718 13 75
jacques.savoy@unine.ch

REPÈRES GÉOGRAPHIQUES

LA VALEUR DES ESPACES AGRICOLES EN UN COUP D'ŒIL SUR UNE CARTE

Que vaut une terre agricole ?

La réponse à cette question est importante pour la décision en matière d'aménagement du territoire. Des espaces occupés par l'agriculture sont consommés par les besoins de l'urbanisation ou de la construction d'infrastructures : l'estimation de l'intérêt de ces terres est donc appréciable, d'autant plus quand les décideurs souhaitent limiter la consommation de l'espace agricole. C'est le cas dans le Territoire de Belfort, dont les 20 000 hectares de surface agricole représentent un tiers de la surface du département, après avoir régressé de 3 000 hectares ces 20 dernières années. Pour répondre à la demande de la Direction départementale des territoires (DDT) du Territoire de Belfort, et en collaboration avec elle, les chercheurs du laboratoire ThéMA ont élaboré en 2010 une carte de la valeur des espaces agricoles. Cet atlas, dont la mise à jour vient d'être effectuée, a été réalisé à l'aide d'un système d'information géographique (SIG) rassemblant différentes caractéristiques des espaces agricoles.

« L'idée était de dépasser les seuls critères de production agricole ou de rendement pour déterminer des valeurs d'un autre type », explique François Tourneux, enseignant-chercheur en géographie et coresponsable du projet avec son collègue Pascal Bérion, une équipe rejointe par la doctorante Maurine Perriot pour les récents travaux de mise à jour de l'atlas.

Quatre grands indices, construits sur la base d'une cinquantaine de paramètres chacun, ont ainsi été pris en compte pour appréhender la question : la qualité des sols, une dimension qui n'a que peu

évolué en dix ans ; l'intérêt de la présence de l'agriculture sur ces sols pour l'environnement, un sujet à l'inverse beaucoup plus sensible qu'auparavant ; la structure et l'emplacement des parcelles, et ce que cette configuration représente pour la dynamique d'une exploitation ; les aides financières liées à la surface, notamment provenant de l'Europe par le biais de la politique agricole commune (PAC).

« Le but est de considérer l'ensemble du territoire de façon la plus objective et homogène possible, explique François Tourneux. La tâche se complique pour les terrains qui ne sont pas spécifiquement déclarés à la PAC, ou qui sont mal connus des directions départementales. Ces terres représentent près du dixième de la surface agricole, et nous ne disposons que de peu d'informations à leur sujet ».

La valeur d'une terre agricole est calculée à partir des trois premiers critères de quantification.

La valeur environnementale est l'indicateur le plus déterminant pour 41 % des parcelles, ce taux élevé pouvant s'expliquer par une présence importante de zones humides sur le territoire. Elle inclut notamment l'intérêt que représentent ces terres agricoles pour le maintien des espèces végétales et animales. La valeur agropédologique, révélant la

qualité des sols pour l'agriculture, est prégnante dans 25 % des cas. Associés, ces deux indices fondent la valeur de plus de la moitié des terres agricoles du Territoire de Belfort. La valeur de structure spatiale, qui reflète l'intérêt d'une parcelle dans l'ensemble de l'espace utilisé par une exploitation, est la plus importante dans 22 % des cas.

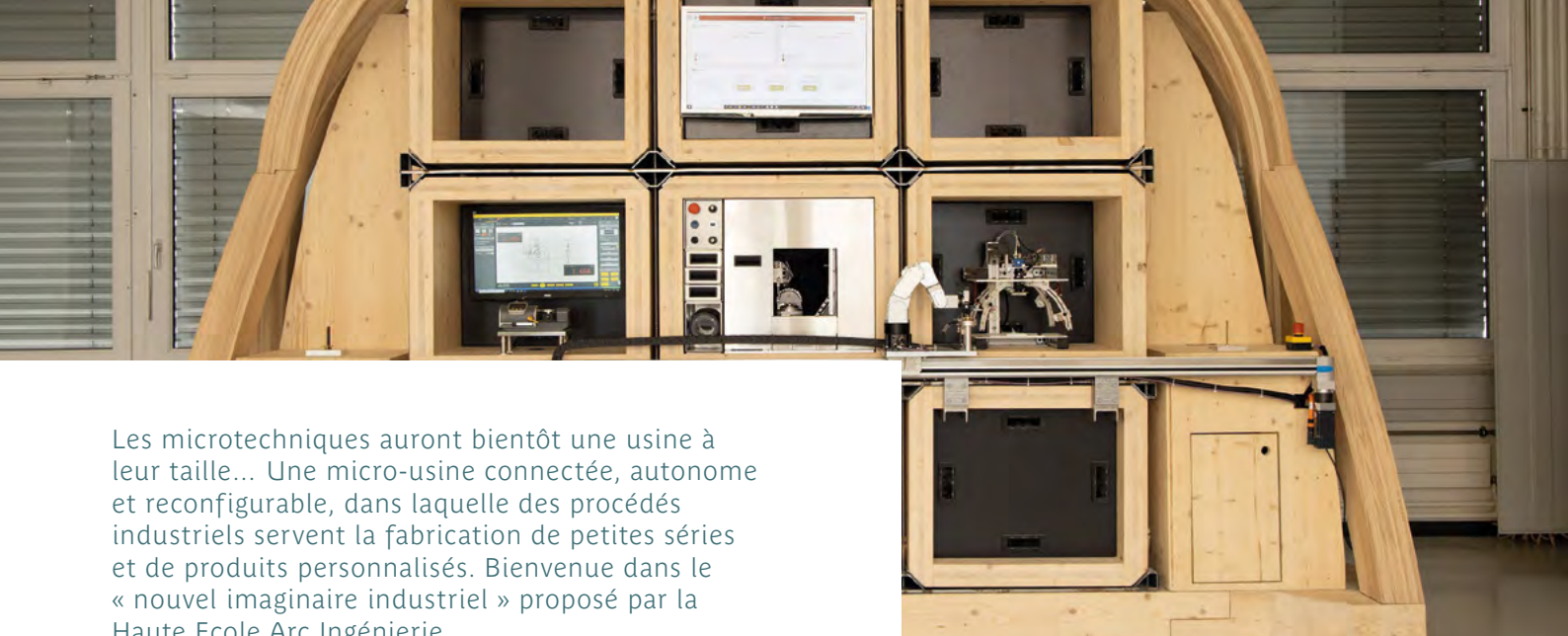
Les aides liées à la surface n'ont pas été retenues dans le calcul pour la synthèse finale, en raison du caractère évolutif de ces aides. Utilisé notamment pour la préparation des documents d'urbanisme, l'atlas réalisé par



Photo Pexels / Pixabay

les chercheurs de ThéMA procède d'une démarche originale qui intéresse d'autres départements, comme le Doubs, qui a également fait l'objet d'une édition spécifique, en cours d'actualisation.

Contact :
Laboratoire ThéMA
UFC / UB / CNRS
François Tourneux
Tél. +33 (0)3 81 66 54 02
francois.tourneux@univ-fcomte.fr



Les microtechniques auront bientôt une usine à leur taille... Une micro-usine connectée, autonome et reconfigurable, dans laquelle des procédés industriels servent la fabrication de petites séries et de produits personnalisés. Bienvenue dans le « nouvel imaginaire industriel » proposé par la Haute Ecole Arc Ingénierie.

INDUSTRIE [DU FUTUR]

USINE MINIATURE POUR MICROTECHNIQUES

Elle combine
des moyens
de production
modulables
dans un volume
réduit, un double
positionnement
laissant imaginer
l'industrie de demain

Au début du XX^e siècle, le développement de la production en série favorisait l'avènement de la consommation de masse. Un siècle plus tard, l'industrie doit s'adapter à l'évolution de la demande : le consommateur veut

désormais accéder à ce dont il a réellement besoin ou envie. Couleurs, motifs, formes, la personnalisation gagne tous les marchés, de la voiture à la bague de fiançailles, du meuble contemporain à la console de jeux vidéo. Cette nouvelle donne constitue l'un des défis que doit relever l'industrie 4.0, dont le vocabulaire s'approprie des termes en rapport : souplesse, flexibilité, agilité, durabilité... Dans ce contexte, la micro-usine inventée

par les ingénieurs de la Haute Ecole Arc a tout d'une grande. Elle combine des moyens de production modulables dans un volume

réduit, un double positionnement laissant imaginer l'industrie de demain.

L'idée avait été avancée avec le lancement en 2016 de la Micro⁵, une micromachine de fraisage cinq axes. Devant son succès, qui a donné lieu à commercialisation par plusieurs entreprises, le concept s'est décliné dans un projet plus ambitieux encore, celui d'une micro-usine autonome. Tournage, décolletage, découpe laser, impression 3D, gravure, contrôle multidimensionnel..., la micro-usine peut réunir au moins neuf procédés industriels dans ce qui ressemble à une solide étagère à cases. « L'un des avantages de cette logique de fabrication est de maîtriser le processus de production alors qu'il est en cours, explique Florian Serex, responsable partenariats et valorisation du MicroLean Lab de la HE-Arc. Dans les équipements traditionnels, les indicateurs de performance témoignant de dérèglements du processus de production sont difficiles à

repérer, sauf à les soumettre au contrôle de capteurs, ce qui rend le processus plus complexe ; les dérèglements sont en revanche tout à fait détectables dans le cas de dispositifs simplifiés. Le défi est de faire en sorte que la machine réajuste elle-même et en temps réel ses paramètres ».

Résultat : la micro-usine doit être capable de fournir du premier coup, sans défaut, une pièce unique ou des petites séries adaptées à la demande, pour un prix comparable à celui d'une production de masse.

LE MARIAGE RÉUSSI DE LA MÉCANIQUE ET DE L'INFORMATIQUE

Pour réussir ce tour de force : un savant mélange entre mécanique et informatique. « Le fonctionnement s'appuie sur les techniques de *machine learning* : grâce à l'intelligence artificielle et au *big data*, la micro-usine apprend à exécuter les opérations voulues à partir de l'historique des données de production. » Toutes les machines sont interconnectées physiquement et numériquement, et l'ensemble de l'appareil de production est numérisé pour faciliter mise en œuvre, fonctionnement, maintenance et traçabilité. En résumé, l'objectif est qu'à partir d'un modèle CAO, la micro-usine produise une pièce finie en un minimum d'étapes. L'utilisateur est en présence d'un fonctionnement simple, intuitif, comparable à celui d'une imprimante 3D, « mais avec des procédés plus conventionnels et qui garantissent la qualité nécessaire aux produits microtechniques à haute valeur ajoutée ».

Dans ce contexte, *quid* du métier de mécanicien ? « Il est en effet appelé à évoluer, à la manière dont les spécialistes de l'automobile ont peu à peu intégré l'électronique et l'informatique à leurs compé-

tences. » Florian Serex souligne l'intérêt de développer le concept au sein d'une école d'enseignement supérieur comme la HE-Arc, une conjoncture permettant d'anticiper les enseignements qui seront à inscrire à une formation d'ingénieur à l'interface entre mondes physique et digital. Les procédés industriels actuellement à l'œuvre sont le fraisage, assuré par la Micro5, et les contrôles dimensionnel et esthétique ; d'autres, comme le soudage et de chassage, particulièrement importants pour l'horlogerie, devraient bientôt être opérationnels. « Il reste encore bien des étapes à franchir avant d'atteindre l'objectif ultime, le fonctionnement complet de la micro-usine, qui est un centre d'expérimentation pour toutes les entreprises intéressées par ce nouvel imaginaire industriel. Certaines idées ne seront peut-être pas concrétisées, au bénéfice d'autres réalisations.

Et même si le programme de R&D est défini sur six ans, la preuve de concept est bien établie, et ne laisse planer aucun doute quant à l'intérêt de la démarche. »

Du point de vue de la mise en œuvre, les briques technologiques seront installées à la demande, en fonction des besoins de production ; elles resteront la propriété des fabricants qui les ont conçues et mises au point, et qui devront faire évoluer leur modèle d'affaires vers une offre de service permettant à leurs clients de transformer des investissements amortis sur plusieurs années en frais de fonctionnement. Une tout autre façon d'envisager la production industrielle...

D'autant que la micro-usine se

loge (presque) partout. Avec son poids plume, elle est largement moins gourmande en encombrement et en énergie que les équipements industriels classiques. Avantage supplémentaire, elle est en phase avec les démarches de développement durable initiées aujourd'hui. Esthétique, sa structure en bois entre aussi dans une tendance écologique bienvenue, même si ce ne sont pas ces motivations qui ont présidé au choix du matériau : le bois est avant tout le meilleur absorbeur de vibrations dans le cadre de cette configuration étagée.

La micro-usine peut décliner ses procédés à diverses applications industrielles des microtechniques : l'horlogerie bien sûr, mais aussi la connectique, les dispositifs médicaux comme les prothèses ou encore les implants dentaires. Un premier démonstrateur a été présenté aux industriels en

novembre dernier au parc technologique de Saint-Imier, qui abrite le MicroLean Lab.

Le projet de recherche initié en 2019, piloté par la HE-Arc, reçoit le soutien financier de la Confédération suisse, des cantons de l'Arc jurassien, de quatre grands groupes horlogers et de PME régionales, ces dernières intervenant principalement dans la réalisation des briques technologiques. Le montant global du projet s'élève à 7 millions de francs suisses sur six ans.

La micro-usine fournira du premier coup, sans défaut, des pièces uniques et des petites séries

Contact :
Haute Ecole Arc ingénierie
Florian Serex
Tél. +41 (0)79 206 85 58
florian.serex@he-arc.ch
<https://microleanlab.ch>



Les représentations dans lesquelles on a longtemps cru reconnaître les Gaulois sont fausses pour beaucoup : depuis trente ans, les progrès de la connaissance aident à dessiner un portrait réaliste de nos ancêtres...

PASSÉ [RECOMPOSÉ]

HISTOIRE VRAIE : NOS ANCÊTRES LES GAULOIS

Bons sauvages ? Redoutables guerriers ? Ces étiquettes qui collent à l'image des Gaulois dans les manuels d'histoire ou les albums d'Astérix, on le sait aujourd'hui, sont passablement usées. Les avancées scientifiques et technologiques, les découvertes de l'archéologie préventive et la combinaison des résultats de recherche de différentes disciplines comme la palynologie, la dendrologie, l'archéobotanique et d'autres encore aident depuis une trentaine d'années à brosser un portrait plus réaliste de nos ancêtres.

La période gauloise correspond à la fin de l'âge du fer, ou période de la Tène ; elle s'étend du début du IV^e siècle à la fin du I^{er} siècle av. J.-C. Quatre siècles dont d'innombrables traces jalonnent encore les sols de France. En Bourgogne - Franche-Comté, Bibracte dans le Morvan et Mandeuire dans le pays de Montbéliard sont les plus emblématiques des sites archéologiques gaulois. La région recèle aussi des secrets cachés dans ses tourbières ou dans ses champs. De vastes terrains

d'investigation pour de nouvelles connaissances, bousculant les réponses au jeu traditionnel du « vrai ou faux ? » La Gaule était couverte de forêts denses dans lesquelles gambadaient des hordes de sangliers... Faux ! Les Gaulois étaient des guerriers et leurs villes étaient toutes fortifiées. Faux ! Après la conquête de César, les troupes romaines ont occupé la Gaule. Faux ! La civilisation romaine était plus avancée que la civilisation gauloise. Encore faux...

PAS DE SANGLIERS POUR OBÉLIX

Isabelle Jouffroy-Bapicot est palynologue, Pierre Nouvel est archéologue, chacun met sa spécialité et ses compétences au service des recherches développées depuis des années dans la région. Leurs travaux participent à la construction d'une connaissance approfondie du passé. Grâce à l'analyse des sédiments emprisonnés dans les tourbières du Morvan, Isabelle Jouffroy-Bapicot

montre que, « à l'époque gauloise et contrairement à aujourd'hui, la forêt morvandelle était principalement constituée de hêtres et de chênes, un milieu très ouvert qui accueillait bon nombre d'activités humaines. »

« La Gaule chevelue », comme l'appelait César, était certes plus boisée que d'autres contrées comme l'Italie. « Mais l'espace forestier était tout de même très réduit, et dans notre région par exemple, la forêt de Chaux n'existait pas », raconte Pierre Nouvel. Peu de forêts... et peu de sangliers. Une réalité qui n'aurait plu ni à Idéfix, ni à Obélix. « Le défrichage était important et laissait place à l'occupation humaine. Dans notre région, les photos aériennes indiquent clairement la présence de fermes antiques tous les 1 000 à 1 500 mètres. » Les marqueurs de cette occupation passée sont les traces des poteaux fichés dans le sol, sur lesquels étaient érigés les structures des fermes. « Le bois s'est transformé en une terre noire favorisant la pousse des céréales, des traces encore facilement repé-

< Traces des poteaux de soutènement d'un vaste bâtiment public, oppidum de Bibracte

rables vues d'avion. » En prenant de la hauteur, l'archéologue perçoit également nettement d'autres anomalies dans la façon dont poussent les céréales aujourd'hui : leur taille et leur coloration sont toujours influencées par les vestiges subsistant sous la surface des champs, et constituent d'autres indices d'occupation antique. Outre les enseignements apportés par les grands sites archéologiques, de telles observations attestent l'importance du peuplement gaulois.

En Bourgogne - Franche-Comté, pas moins de 2 000 fermes et 1 500 nécropoles ont à ce jour été identifiées grâce à la photographie aérienne et à l'archéologie préventive.

20 MILLIONS DE GAULOIS

Revue à la hausse grâce aux enseignements récents de la recherche, la population de la Gaule, dont les frontières dépassaient un peu celles de la France actuelle, est estimée à quelque vingt millions d'habitants autour du changement d'ère. Des peuples non pas versés dans l'art de la guerre, mais occupés par l'agriculture, l'élevage, la proto-industrie et le commerce. « Ce qui frappe dans l'analyse, c'est l'ampleur de ces activités, qu'on lit clairement dans les strates des sédiments, explique Isabelle Jouffroy-Bapicot. L'exploitation de minerais, par exemple, est attestée par des traces de pollution atmosphérique dans les tourbières, notamment de plomb ». L'étude des pollens se double depuis une vingtaine d'années de celle des spores de champignons, chacune apportant des enseignements spécifiques. « Dans le Morvan, les pollens témoignent de la culture antique du blé et de l'orge, ainsi que de la présence de plantain ou d'orties, plantes typiques de sols piétinés par l'homme ou le bétail.

Les coprophiles, ces champignons qui se nourrissent de déjections animales et dont la composition montre qu'il s'agit ici d'animaux herbivores, renforce l'idée d'une présence significative d'animaux d'élevage ». Les études palynologiques montrent l'importance de l'impact de l'homme sur l'environnement à cette époque de l'histoire. « Elles révèlent nettement que le passage d'un milieu naturel à un milieu anthropisé s'opère à la période gauloise, et non après la conquête romaine comme on le croyait. »

UNE CIVILISATION MATURE ET PLURIELLE

Transformation des produits agricoles, fabrication des textiles, tannage des peaux, production des métaux, travail de la céramique et autres activités proto-industrielles sont le fait d'artisans et de commerçants installés dans des villes ouvertes, construites en plaine et desservies par des voies de communication. « C'est en raison

de perturbations politiques en Europe, et notamment devant la menace que représentent les Germains à la fin du II^e siècle avant notre ère, que les Gaulois sont contraints de fortifier leurs villes ou d'en construire de nouvelles sur des hauteurs », explique Pierre Nouvel. C'est aussi pour se défendre des Germains que certains peuples gaulois, comme les puissants Éduens, font appel à leur allié, Jules César. Le proconsul, qui a besoin d'asseoir son pouvoir politique et de remplir les caisses

de Rome, profite du chaos et des dissensions entre les peuples gaulois pour soumettre l'ensemble du territoire. Si la conquête romaine a donné lieu pendant près de dix ans à de nombreuses batailles, dont la célèbre Alésia signe en 52 av. J.-C. la reddition de Vercingétorix, aucune troupe de César ne s'installe par la suite en Gaule. « Il est plus juste de parler d'acculturation progressive de la Gaule, d'intégration à l'Empire d'un espace déjà très fortement lié à Rome. »

Le mythe d'une grande civilisation romaine tirant les peuplades gauloises de la rusticité est également écorné. L'organisation de la société gauloise, avec la naissance des premières agglomérations, constitue un modèle dont l'influence se retrouve dans nos structures de peuplement actuelles. L'importance et la variété

des activités humaines sont telles qu'elles sont à l'origine d'une anthropisation de l'environnement, toujours visible. Stigmates du paysage, sites et objets archéologiques, pollens, champignons, graines, charbons et autres vestiges organiques toujours interprétables..., l'ensemble des

données disponibles aujourd'hui témoigne sans conteste de la maturité et du caractère pluriel de la civilisation gauloise.

Les recherches attestent l'importance de l'agriculture, de l'élevage, de la proto-industrie et du commerce en Gaule

Contacts :
Laboratoire Chrono-environnement
UFC / CNRS
Isabelle Jouffroy-Bapicot
Tél. +33 (0)3 81 66 63 53
isabelle.jouffroy@univ-fcomte.fr

Laboratoire ArTéHiS - Archéologie, terre, histoire, sociétés - UB / CNRS
Pierre Nouvel
Tél. +33 (0)3 80 39 50 00
pierre.nouvel@u-bourgogne.fr



Redonner à l'homme sa juste place dans la biosphère, (re)considérer les autres organismes vivants et le fonctionnement des écosystèmes, revoir les priorités en termes de développement économique et social, impulser des collaborations scientifiques interdisciplinaires porteuses de sens, s'interroger sur la portée des changements en cours sont autant de réflexions que stimulent l'arrivée du coronavirus et la gestion de la pandémie...

GRAND FORMAT [CRISE EXISTENTIELLE]

VIRUS EN CONTEXTES

On le sait, les épidémies et pandémies ne datent pas d'hier. Elles sont cependant de plus en plus fréquentes au XX^e siècle et plus encore en ce début de XXI^e siècle, qui voit apparaître une nouvelle épidémie approximativement tous les 5 ans. Ce sont des maladies infectieuses, pour l'essentiel d'origine virale ou bactérienne, transmises à l'homme soit directement par des germes circulant dans l'environnement, soit par le biais d'animaux qui en sont des réservoirs. L'origine et le vecteur de transmission de ces maladies sont connus pour bon nombre d'entre elles, mais pas toujours. Les germes incriminés ont des origines parfois très lointaines. La variole par exemple provenait de la mutation d'un *poxvirus* de rongeurs, lui-même apparu plusieurs milliers d'années avant que la maladie affecte l'être humain. Autre cas emblématique, la rougeole, dont il faut chercher les origines dans la mutation d'une peste bovine datant du XI^e siècle. Le délai est aujourd'hui plus court entre l'apparition d'un virus pathogène et sa diffusion dans la population humaine, par l'intermédiaire de l'animal dans plus de 60 % des cas. Les maladies infectieuses transmises à l'homme par l'animal sont requalifiées en zoonoses. Les gripes H1N1 (1918, grippe espagnole, et 2009), H2N2 (1957, grippe asiatique), H3N2 (1968/69, grippe de Hong-Kong) et H5N1 (2004, grippe aviaire) en sont des exemples, elles ont toutes pour

incubateur commun les porcs et poulets d'élevage. Si les responsables de la transmission à l'homme du SARS-CoV-2 qui aujourd'hui préoccupe le monde entier ne sont pas encore clairement désignés, ils s'apparentent cependant sans aucun doute au monde animal.

Mais pangolin ou chauve-souris, est-ce bien la question ? Au-delà de la désignation d'un coupable, comment s'établit la relation entre virus, animaux et humains ? Et pourquoi une telle accélération dans la survenue des pandémies à travers les siècles ?

UN INFERNAL CERCLE VICIEUX ENVIRONNEMENTAL

Pour nombre de scientifiques, les déséquilibres environnementaux provoqués par l'activité humaine sont en cause. La déforestation, l'intensification des pratiques agricoles, la perte de biodiversité, la multiplication des contacts entre l'animal et l'homme, l'explosion de la démographie humaine ou encore le changement climatique sont des facteurs imbriqués, souvent dans une relation de cause à effet, qui donnent de vrais éléments de réponse à des questions dépassant largement le cadre de l'identification d'une maladie infectieuse émergente et de son agent pathogène. Pour les spécialistes, ces explications multifactorielles devraient être plus largement convoquées par la recherche dans une vision socio-écosystémique, permettant seule de comprendre les phénomènes entourant la survenue des épidémies et pouvoir les prévenir.

Patrick Giraudoux, professeur émérite d'écologie à l'université de Franche-Comté, spécialiste de l'écologie du paysage et de la faune sauvage, explique que la biodiversité se dresse naturellement en rempart contre l'apparition et la progression des virus, bactéries et autres germes pathogènes.

« Considérée à ses trois échelles, gènes, espèces et écosystèmes, la diversité est synonyme de résistance, c'est une propriété fondamentale du fonctionnement des milieux vivants. » Attention cependant à ne pas confondre diversité et richesse. Une nuée de moineaux est le signe de l'importance quantitative de cette population d'oiseaux, et d'elle seulement ; la présence de quelques mésanges, geais, rouges-gorges et chardonnerets témoigne, elle, de diversité : c'est important, et pas seulement pour faire joli.

« Lorsqu'on est en présence d'un nombre limité d'espèces, la contagion est facilitée à l'intérieur de l'une de ces espèces, dès lors qu'elle est génétiquement homogène et compte une forte population ; à l'inverse si les espèces sont variées, il devient plus difficile pour un agent pathogène d'atteindre les individus d'une espèce cible, qui sont comme mis à distance par les individus des autres espèces. »

Selon ce schéma, l'être humain se trouve en délicate posture. Avec une population passée de 2 à 9 milliards en à peine plus d'un siècle, quand il ne comptait que quelques centaines de milliers d'individus voilà 12 000 ans, il représente aujourd'hui une part importante et génétiquement homogène de la classe des mammifères : 36 %. Il en est de même pour les animaux domestiques, qui à eux seuls atteignent une proportion de 60 %. Les mammifères sauvages ne sont plus que 4 %, mais bénéficient, eux, d'une grande diversité génétique. Et le règne animal au complet, mammifères, poissons, oiseaux, arthropodes (araignées et insectes) ne représente qu'une faible part du vivant sur la planète. Les plantes, micro-organismes et champignons sont largement dominants et très diversifiés génétiquement. L'homme et les animaux domestiques constituent des populations nombreuses et génétiquement pauvres en comparaison, deux conditions qui les rendent vulnérables lorsqu'ils sont en présence d'espèces et d'organismes très diversifiés.



Photo Artém Beliaïev / Unsplash

Les facteurs
environnementaux
donnent de vraies
réponses à des
questions dépassant
largement le cadre
de l'identification
d'une maladie
infectieuse
émergente et
de son agent
pathogène

La modification de l'usage des sols et le développement de l'agriculture intensive figurent parmi les facteurs les plus déterminants dans l'apparition de nouvelles maladies



ZONES À RISQUES

« Si cette situation se vérifie de manière générale, on constate qu'il y a une superposition des risques à certains endroits de la planète, comme en Asie du Sud-Est », explique Patrick Giraudoux. La diversité y est importante, cela concerne aussi les microbes, pour qui les fortes populations d'êtres humains et d'animaux domestiques présents sont autant d'incubateurs privilégiés. Par ailleurs, l'agriculture est très développée ; les rendements du secteur doivent être élevés pour assurer la subsistance des humains. Les poulets et les porcs des élevages sont pour cette raison traités par des antibiotiques, favorisant l'émergence de bactéries résistantes ; l'agriculture, nécessairement intensive pour cette même raison, s'accompagne d'un cortège de pesticides fragilisant l'environnement. « Tous les ingrédients sont réunis pour favoriser l'émergence de pandémies dans ces régions du globe. »

Directeur de recherche à l'IRD, l'Institut de recherche pour le développement, membre du Conseil national français sur les changements globaux et professeur à l'École des hautes études en santé publique, Jean-François Guégan corrobore cette analyse par des détails chiffrés, issus des résultats d'une étude couvrant la période 1940-2005. « Les facteurs relevés comme les plus déterminants pour l'émergence des maladies infectieuses sont la modification de l'usage des sols (18 %), le développement de l'agriculture intensive (13 %), les changements industriels (13 %) et la sensibilité des hommes aux infections (17 %). » La déforestation et la fragmentation des espaces forestiers sont particulièrement dans la mire du chercheur, qui estime que « ces pratiques, si elles ne sont pas freinées, seront responsables à l'avenir d'une augmentation significative de l'importance des deux premiers facteurs de risques ». Au Brésil déjà, la modification de l'usage des sols et le développement de l'agriculture s'avèrent responsables d'une augmentation de 30 % des cas de paludisme au cours des dernières décennies.

ENVIRONNEMENT ET MALADIES INFECTIEUSES

Bactériennes ou virales, les maladies infectieuses proviennent pour les trois quarts de germes issus de réservoirs animaux, et pour les autres directement de l'environnement, comme le tétanos. Ces microbes vivant dans le sol, l'eau ou les arbres ont récemment été définis par la science sous l'appellation d'agents sapronotiques. *Mycobacterium ulcerans* est l'un d'eux. Cette bactérie est à l'origine de l'ulcère de Buruli, une maladie provoquant la destruction de l'épiderme et du derme sur de larges zones du corps chez l'être humain, et qui, en termes de soins, nécessite le recours à une trithérapie, voire à la chirurgie. Au Cameroun, en Guyane française également, des études ont été menées sur le lien entre déforestation et augmentation du nombre de cas d'ulcères de Buruli. « Les mécanismes sont mal compris, mais ces études montrent que lorsque les forêts sont massivement coupées, les communautés animales et les chaînes alimentaires des milieux aquatiques voisins, comme les mares et les rizicultures, sont profondément modifiées, avec des hôtes potentiels plus nombreux, ce qui fait massivement entrer la bactérie dans la chaîne alimentaire, rapporte Jean-François Guégan. C'est ensuite au contact direct de l'eau, principalement à la faveur d'une blessure, que les mycobactéries transmettent la maladie à l'être humain. »

Or, si la déforestation et la mise en culture de l'espace modifient les écosystèmes aquatiques de telle manière qu'elles les rendent dangereuses

pour l'homme, de telles pratiques favorisent également la proximité des populations humaines avec les milieux aquatiques et les microbes. C'est donc à une double peine que s'expose l'être humain lorsqu'il intervient de la sorte sur son environnement.

L'importance du contact est également mise en évidence lors de la pratique de la chasse, qui serait plus prégnante que l'ingestion de la viande elle-même. Contrairement à une idée répandue, et selon les études scientifiques menées, il n'est pas acquis que la viande de brousse soit un vecteur de transmission majeur. « Le VIH1, responsable de l'apparition du SIDA, aurait été contracté par des chasseurs dans les années 1920 par contact avec des chimpanzés », précise Jean-François Guégan à titre d'exemple. « Le virus a incubé en Afrique pendant des décennies, mais il a fallu attendre qu'il touche les États-Unis et les pays européens dans les années 1980 pour qu'on s'intéresse enfin à lui dans les études internationales. Pourtant l'épidémie était prévisible, les écologues le savent, qui publient sur le risque pandémique depuis des années », renchérit Patrick Giraudoux, qui plaide comme son collègue pour des recherches concertées et réellement pluridisciplinaires afin de faire progresser la connaissance sur l'émergence et la diffusion des maladies infectieuses.



Guyane, photo Kevin Snyman / Pixabay

LE DIFFICILE COMBAT DES ANTIBIOTIQUES CONTRE LES BACTÉRIES

La dimension socio-écosystémique du problème est à prendre en compte d'autant plus sérieusement que les avancées de la médecine, pour avoir été et continuer à être déterminantes, montrent cependant des limites. Les progrès de l'hygiène générale, puis les antibiotiques et les vaccins ont radicalement modifié le rapport de force entre l'homme et les maladies infectieuses, et ont permis d'allonger l'espérance de vie humaine de 20 ans. Les antibiotiques ont fait leur apparition en thérapeutique humaine au tout début des années 1940 avec la pénicilline. Si leur intérêt demeure réel, force est de constater qu'en à peine un siècle, leur efficacité est remise en cause par les résistances que les bactéries leur opposent quasi systématiquement. Les bactéries devenues résistantes aux antibiothérapies peuvent devenir épidémiques. « Le lancement, au milieu des années 1980, des fluoroquinolones, une nouvelle classe d'antibiotiques très prometteuse, a favorisé l'émergence d'un clone d'*Escherichia coli* doté de gènes responsables de résistances non seulement à ces antibiotiques, mais aussi à d'autres familles d'antibactériens », explique Didier Hocquet, professeur de bactériologie-hygiène à l'université de Franche-Comté et au CHU de Besançon. « Une seule acquisition génétique et très peu de mutations ont suffi pour que ce clone devienne résistant à la quasi-totalité des antibiotiques existant sur le marché. »

Dans ce contexte, créer de nouveaux antibiotiques apparaît vain : ils pourraient être rapidement inefficaces. « Car les bactéries, très anciennes, génétiquement très diverses, nombreuses, évoluées et rapides, ont toujours une longueur d'avance sur nous ». Plusieurs comparaisons illustrent cet état de fait. 160 000 générations nous séparent de notre ancêtre Lucy, soit 3,2 millions d'années, quand il faut 10 ans aux bactéries pour assurer le même renouvellement générationnel... Et si on considère l'évolution de la Terre sur 24 heures, l'homme serait apparu à 23h59'56'', et les bactéries... à 8 h du matin !

« Les bactéries, très anciennes, génétiquement très diverses, nombreuses, évoluées et rapides, ont toujours une longueur d'avance sur nous »

DES GÈNES DE RÉSISTANCE AUX ANTIBIOTIQUES REPÉRÉS DANS L'ENVIRONNEMENT

Un gène responsable de la résistance de bactéries pathogènes à des antibiotiques de dernière génération a été identifié comme provenant de bactéries environnementales, présentes dans l'eau



des marais et des rivières, dans les eaux usées, dans le sol... Ce gène compte maintenant de très nombreux variants adaptés à d'autres antibiotiques. Et il pourrait ne pas être un cas unique. « Le réservoir de gènes de résistance potentiels est impressionnant. On estime à 1 million le nombre d'espèces bactériennes, alors que nous n'en connaissons que 9 000, dont seulement une centaine sont étudiées en bactériologie médicale », explique Didier Hocquet

Le transfert des gènes de résistance s'opère d'une espèce de bactéries à une autre, un processus favorisé par les antibiotiques. Lorsqu'un environnement recèle à la fois des bactéries pathogènes et des antibiotiques, et qu'il est de surcroît propice à la prolifération des gènes de résistance, tous les maillons de la chaîne de la résistance sont en place. On rencontre cette situation dans des pays comme l'Inde ou la Chine, où est concentré l'essentiel de la production mondiale d'antibiotiques, et où des infrastructures

et des normes sanitaires insuffisantes sont responsables d'une forte présence des trois éléments clés dans l'environnement.

« On peut trouver des concentrations d'antibiotiques 10 fois plus grandes dans certaines rivières de ces pays que dans le sang d'un patient traité avec ces mêmes antibiotiques. » La diffusion de la bactérie résistante et du gène lui-même est assurée par simple contact humain, un phénomène qu'amplifient les flux de mobilité des populations, concernant des milliards de personnes chaque année dans le monde.

La consommation raisonnée d'antibiotiques, en médecine humaine et vétérinaire, la prévention, la vaccination, l'amélioration des infrastructures de traitement des eaux usées et une plus grande exigence concernant les normes environnementales dans les pays émergents sont des leviers sur lesquels il apparaît nécessaire de jouer pour limiter le phénomène de résistance aux antibiotiques.

COVID-19, L'AFRIQUE S'EN SORT-ELLE MIEUX ?...

C'est au départ une affirmation, relayée dans les médias, que semblent étayer les chiffres cumulés de la pandémie depuis ses débuts. En octobre 2020, l'Amérique enregistrait plus de 18 millions de cas de COVID-19 et l'Europe 8 millions, quand l'Afrique en comptait 1,6 million ; plus de 600 000 décès étaient à déplorer en Amérique et plus de 250 000 en Europe, pour 40 000 à peine en Afrique. Didier Bompangué, médecin, professeur à l'université de Kinshasa en République démocratique du Congo (RDC) et chercheur associé au laboratoire Chrono-environnement, donne des pistes d'explication à partir de la situation de son pays, très peu touché bien qu'il soit l'un des plus peuplés d'Afrique : « L'enclavement du pays, le faible niveau d'industrialisation et la faible densité de population sont peut-être des facteurs protecteurs qui ont tenu la pandémie à distance, la jeunesse de la population également ». Mais le médecin prend appui sur le nombre de décès dus à la rougeole, à la tuberculose, au SIDA ou au paludisme, bien supérieurs à ceux de la COVID-19, pour dénoncer une vision à court terme donnant à penser que « tout va bien en Afrique ». Il pointe le doigt sur les effets indirects et à long terme qu'une gestion non adaptée de la pandémie pourrait produire sur la santé, et par ricochet sur l'éducation, l'économie et la paix sociale dans les pays africains. Il dénonce l'application de recettes et une mobilisation des ressources contre la COVID-19 calquées sur ce qui

se fait dans les pays du Nord, alors que la situation africaine est tout autre. Avec pour conséquence le risque de se détourner de situations plus préoccupantes. « Les modèles de confinement et les périodes de fermeture des frontières par exemple sont copiés sur ce qui se fait ailleurs. Très peu de décisions sont prises localement ; les bonnes mesures sont celles venues d'ailleurs. » Il faut regarder du côté de l'histoire pour avoir un début d'explication à cette attitude constamment tournée vers l'extérieur pour trouver des solutions à des problèmes internes. Les stigmates de la période coloniale sont encore fortement présents dans les modes d'action et de décision : « Le mimétisme est très clair, on continue d'agir en Afrique comme on le faisait avant, on attend tout et on applique sans réfléchir, selon des modèles qui ne sont pas appropriés à la situation. D'autres explications au mode de gouvernance des questions de santé publique en Afrique sont à trouver dans le passé post-colonial des pays. On constate par exemple que l'information circule moins bien et qu'elle fait l'objet de davantage de censure dans les pays qui étaient proches du bloc de l'Est par rapport à ceux qui étaient proches du bloc de l'Ouest. Même la guerre froide a laissé des traces ». Pour Didier Bompangué, il est nécessaire que les États africains se défassent d'une attitude attentiste, qu'ils construisent de nouveaux modèles de gouvernance et travaillent à élaborer et financer des politiques de santé tenant compte de leurs spécificités. La coopération internationale en matière de santé et d'aide au développement devrait également être reconsidérée selon ces nouveaux principes. « C'est de cette manière qu'on pourra éviter le drame de milliers de morts dans les années à venir, après la COVID-19, dont la gestion d'urgence occulte des situations beaucoup plus préoccupantes et la nécessité de revoir les systèmes de santé en Afrique. »



DES VILLES INTELLIGENTES À TROIS VITESSES

La gestion de la pandémie est aussi affaire de technologie, selon des fonctionnements eux aussi potentiellement préjudiciables. La ville intelligente, ou *smart city*, fait étalage des technologies les plus récentes un peu partout dans le monde. Ce modèle de développement urbain est particulièrement prisé par les pays émergents ciblés par les entreprises vendant ces technologies. L'Inde et l'Afrique du Sud ont à ce titre été choisis comme terrains d'étude par Ola Söderström, professeur de géographie sociale et culturelle à l'université de Neuchâtel, qui remarque au cours de ses recherches combien les moyens de la ville intelligente sont dans ces pays mobilisés et souvent transformés par la pandémie. « En Inde, un programme très ambitieux prévoit depuis 2014 la création d'une centaine de *smart cities* à travers le pays. Avec l'apparition de la pandémie, les centres de pilotage de ces villes se sont transformés en « chambres de guerre » (*Covid War Rooms*), qui se dotent de moyens technologiques en rapport, comme des drones, des systèmes d'information géographique très sophistiqués et des logiciels de reconnaissance faciale. » Les systèmes habituels de gestion des infrastructures urbaines, de surveillance des flux ou de suivi logistique font place à des systèmes de contrôle qui s'immiscent jusque dans la sphère privée. Observation des règles de distanciation sociale par caméra, respect de la quarantaine par application sur smartphone, « laisses numériques » pour surveiller les déplacements..., le contrôle est le nerf de cette « guerre » contre la COVID-19. « En Inde, où les données privées sont peu protégées, où les pouvoirs locaux d'opposition sont malmenés, la convergence est forte

« En Inde, la convergence est forte entre ce qui est mis en place pour lutter contre la pandémie et la montée en puissance d'un gouvernement autoritaire »

DONNÉES MONDIALES HARMONISÉES

S'il existe de nombreuses banques de données sur l'évolution de la pandémie, la plateforme COVID-19 Data Hub est la première à centraliser les informations provenant des quatre coins du monde de façon harmonisée. Un avantage sans précédent pour les scientifiques qui souvent se heurtent à des écueils de compréhension ou d'interprétation. « D'un pays ou d'un continent à l'autre, les chiffres en milliers sont séparés ou non par des virgules, les décès sont indiqués par le mot *death* ou *case*, pour ne citer que ces deux exemples », explique Emanuele Guidotti, assistant doctorant à l'Institut d'analyse financière de l'université de Neuchâtel, créateur de la plateforme en collaboration avec David Ardia, professeur en sciences de la

décision à HEC Montréal et ancien collaborateur de l'UniNE.

Le système est conçu pour vérifier la pertinence et la fiabilité de données téléchargées en temps réel à partir des sources officielles de 193 pays, 500 régions et 4 000 villes. Une centaine de correspondants à travers le monde recueillent les informations pour alimenter la base de données, en créant un code informatique les rendant compatibles avec les standards et les langages de la plateforme. Le processus s'opère en toute transparence pour assurer la traçabilité de l'information. Comptabilisation des personnes infectées par le virus, enregistrements des décès, nombre de tests réalisés... figurent parmi les principaux indicateurs recensés, auxquels s'ajoutent des informations

statistiques sur les pays concernés. La consultation des données est possible dans n'importe quel format, et la plateforme est accessible à tous, gratuitement, sur <https://covid19datahub.io>.

En décembre 2020, le nombre de téléchargements dépassait les 3 millions depuis la création de la base de données au printemps précédent, un succès phénoménal et une preuve d'intérêt pour Emanuele Guidotti et David Ardia, qui soulignent : « L'innovation de la plateforme ne réside pas tant dans la performance technologique que dans le mode de collaboration sur lequel elle est basée ». Un exemple qui pourrait se décliner à d'autres domaines intéressant la communauté scientifique internationale, comme la pollution ou le changement climatique.

« Dans les pays démocratiques, c'est dans ce capitalisme de surveillance, alimenté par les moyens des plateformes, que réside la principale menace pour la liberté de l'individu »

entre ce qui est mis en place pour lutter contre la pandémie et la montée en puissance d'un gouvernement autoritaire », analyse Ola Söderström.

En contrepoint à cette ville intelligente sous contrôle gouvernemental s'affaire une ville intelligente citoyenne, elle aussi dotée de moyens technologiques importants. C'est vrai en Inde, c'est encore plus vrai en Afrique du Sud, où la société civile bénéficie d'une organisation éprouvée, héritée de l'apartheid. Dans les quartiers les plus défavorisés, les ONG connaissent les conditions de vie mieux que l'État lui-même. Là, elles mettent en place des systèmes de géolocalisation pour recenser la population, les infrastructures et leur maintenance et ainsi aider les personnes à accéder aux services publics comme l'eau ou l'électricité. Ailleurs les habitants s'organisent pour installer des capteurs de pollution de l'air dans des zones exposées. Partout cette ville intelligente citoyenne, souvent invisible, est très active et voit ses missions s'amplifier avec la pandémie.

La ville intelligente, c'est aussi celle de Airbnb, Uber et autres plateformes numériques. Les informations traitées par ces plateformes privées échappent la plupart du temps au regard des pouvoirs publics, bien qu'elles utilisent comme eux les données et les technologies urbaines. Connaître les gens, leur humeur, leurs goûts, leurs habitudes de consommation ou leurs façons de se déplacer est comme jamais disséqué par les algorithmes mathématiques. La vente des données permet aux sociétés clientes de traiter l'information à des fins commerciales pour prévoir et orienter les comportements, et ainsi dégager du profit.

Ola Söderström voit dans ce phénomène une menace qui serait loin d'être l'apanage des pays émergents. « Dans les pays démocratiques, ne craignant pas l'autoritarisme d'un parti au pouvoir, c'est dans ce capitalisme de surveillance, alimenté par les moyens des plateformes, que réside la principale menace pour la liberté de l'individu. »

DE L'EUROPE À L'AMÉRIQUE, DES RÉACTIONS PROPRES À CHAQUE PEUPLE ?

Français râleurs, Suisses disciplinés, Italiens exubérants... les bons comme les mauvais clichés populaires semblent rédiger une carte d'identité propre à chaque nationalité. Ces traits de caractère semblent s'affirmer pendant la crise sanitaire avec une « culture de la quarantaine » montrant les Suisses dociles devant les règles imposées, les Français prêts à tous les subterfuges pour contourner les autorisations de sortie et les Italiens en train de danser sur leurs balcons. Mais confinement ou pas, cette idée d'un caractère propre à un pays est en réalité un mythe, comme l'explique Ellen Hertz, ethnologue à l'université de Neuchâtel. « Le concept de nation n'existe pas du point de vue de l'anthropologie. Mais l'idée de nation est très puissante, elle autorise à penser un destin commun, un partage de valeurs et de points de vue. » L'idée de nation produit ses propres stéréotypes, qui, s'ils contiennent une part de vérité, servent surtout un jeu de rôle auquel tout le monde est capable se prêter.

La pandémie réactive cette façon de fonctionner car elle implique une perte de repères majeure. « Dans un monde compliqué et changeant, forcément anxiogène, mettre les choses dans des cases est rassurant. » Plutôt que de s'attacher aux individus, Ellen Hertz propose de regarder du côté des institutions d'un pays pour mieux comprendre comment se dessinent les caractères supposés de ses habitants. « Face à la crise sanitaire, l'institution fédérale a assez bien fonctionné en Suisse, et de manière générale, elle inspire confiance à la population, ce qui est assez rare dans le monde contemporain. Que le Suisse apparaisse discipliné est une conséquence et non une cause de cet état de fait. »

C'est une tout autre chanson en France et plus encore aux États-Unis, où les réactions à l'épidémie frôlaient l'hystérie cet automne, alors que le taux d'infection était largement inférieur à celui de la Suisse. Pour expliquer la situation américaine d'où émergent deux camps, ceux qui savent se protéger et ceux qui ont attrapé le virus et représentent une menace, Ellen Hertz pointe le doigt sur le fonctionnement d'un pays « sans contrat

social », pour lequel les institutions ne sont pas rassembleuses. En France, le constat est plus nuancé, mais interroge de la même manière sur le lien entre expression citoyenne et fonctionnement des institutions. Début novembre 2020, le taux d'incidence de la pandémie, soit le nombre de cas pour 100 000 habitants, était estimé à 700 en France, à 800 aux États-Unis, et à 3 000 en Suisse. Ces chiffres interrogent à eux seuls sur les réactions ou l'absence de réaction des uns et des autres. En attendant, pour redorer l'image d'un pays prospère et vertueux, certains ressortissants suisses prétendent, avec un flegme tout britannique, une rigueur bien allemande ou une mauvaise foi à la française, qui sait ?, qu'en Suisse, on sait mieux compter...

Patrick Giraudoux, Didier Bompangué, Didier Hocquet et Jean-François Guégan sont intervenus lors du séminaire Penser la pandémie, pour lequel de nouvelles conférences sont programmées en ligne jusqu'en juin prochain, et qui réunit des chercheurs de différentes disciplines et les personnes intéressées autour de la question du coronavirus. À voir ou à revoir sur Youtube.

Contacts :

Université de Franche-Comté

Laboratoire Chrono-environnement
UFC / CNRS

Patrick Giraudoux / Didier Bompangué
patrick.giraudoux@univ-fcomte.fr
didier.bompangue@gmail.com

Didier Hocquet

Tél. +41 (0)3 70 63 21 34
didier.hocquet@univ-fcomte.fr

Institut de recherche pour le développement - IRD

Jean-François Guégan
jean-francois.guegan@ird.fr

Université de Neuchâtel

Institut de géographie
Ola Söderström
Tél. +41 (0)32 718 17 97
ola.soderstrom@unine.ch

Institut d'ethnographie
Ellen Hertz
Tél. +41 (0)32 718 17 17
ellen.hertz@unine.ch

Institut d'analyse financière
Emanuele Guidotti
Tél. +41 (0)78 230 04 77
emanuele.guidotti@unine.ch

Penser la pandémie

<https://mshe.univ-fcomte.fr/la-mshe/actualites/975-penser-la-pandemie>
Arnaud Macé / Patrick Giraudoux
arnaud.mace@univ-fcomte.fr
patrick.giraudoux@univ-fcomte.fr



Photo: luvierterlin / Pixabay



EN DIRECT

LE JOURNAL DE LA RECHERCHE ET DU TRANSFERT DE L'ARC JURASSIEN

Direction recherche et valorisation | Université de Franche-Comté

Tél. +33 (0)3 81 66 20 06 / 20 88 | Journal-EnDirect@univ-fcomte.fr

endirect.univ-fcomte.fr

Directrice de la publication : Macha Woronoff | Rédaction, composition :

Catherine Tondou | Conception graphique : Gwladys Darlot | Impression :

L'imprimeur Simon, Ornans / Imprim'vert.

en direct est édité par : Université de Franche-Comté^{1/2}

1, rue Claude Goudimel | 25030 Besançon cedex

Présidente : Macha Woronoff | 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

École nationale supérieure de mécanique et des microtechniques^{1/2}

Chemin de l'Épitaphe | 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

Directrice : Brigitte Bachelard | Tél. +41 (0)32 930 11 11

Établissement français du sang Bourgogne - Franche-Comté

1, boulevard A. Fleming | 25020 Besançon cedex

Directeur : Christophe Bésiers | Tél. +33 (0)3 81 61 56 15

¹ Établissement membre de la Communauté du savoir, réseau de collaboration de l'Arc jurassien franco-suisse. ² Membre fondateur de la communauté d'établissements UBFC

Avec le soutien de la région Bourgogne - Franche-Comté. ISSN : 0987-254 X.
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