

en DIRECT

LE JOURNAL DE LA RECHERCHE ET DU TRANSFERT DE L'ARC JURASSIEN - NUMÉRO 321 - NOVEMBRE - DÉCEMBRE 2025

GRAND FORMAT [ENTRE TERRE ET EAU]

Milieux humides en instance de protection

PARCOURS DE VIE

Familles d'accueil
en équilibre fragile

CIRCUIT COURT

Optimiser la consommation
d'électricité en collectif

VICE VERSA

Être ou ne pas être woke...

PLATEFORME [OUVERTE]

Des équipements optiques
uniques pour Smartlight





EN DIRECT

NUMÉRO 321 - NOVEMBRE - DÉCEMBRE 2025

3 | ACTUALITÉS

- Vestiges antiques remis au goût du XIX^e siècle
- Familles d'accueil en équilibre fragile
- Un centre pour l'agriculture dans l'Arc jurassien
- Optimiser la consommation d'électricité en collectif
- Les détecteurs de photons repoussent les limites des capteurs à fibres optiques
- La révolution Gaia gronde toujours
- Être ou ne pas être woke...
- La manipulation de l'information, un phénomène héréditaire
- Collectivités publiques et promotion numérique

12 | PLATEFORME [OUVERTE]

Des équipements optiques uniques pour Smartlight

14 | PAS [DE CÔTÉ]

Le temps des loisirs alternatifs

16 | GRAND FORMAT [ENTRE TERRE ET EAU]

Milieux humides en instance de protection

POLÉMIQUES ARTISTIQUES

VESTIGES ANTIQUES REMIS AU GOÛT DU XIX^E SIÈCLE

Au XIX^e siècle en Europe, l'intérêt pour l'archéologie devient un véritable engouement, les collections d'art se constituent avec passion. Sur le plan politique, c'est aussi au XIX^e siècle que l'idée de nation fait son chemin. Ce contexte donne une résonance particulière à la mise au jour de grandes nécropoles étrusques dans la péninsule italienne : la découverte est capitale pour l'archéologie et l'art, et les Étrusques, un peuple plus ancien que les Romains et surtout plus « autochtone », sont des ancêtres tout trouvés pour donner une assise historique au royaume d'Italie proclamé en 1861. La civilisation étrusque s'étend en effet sur pas moins d'un millénaire, depuis la fin de l'âge du bronze jusqu'au III^e siècle av. J.-C. Le sol de la région historique de l'Étrurie, correspondant approximativement à l'actuelle Toscane, révèle des dizaines, voire des centaines de vases dans chacun des tombeaux trouvés lors des fouilles archéologiques, entre autres vestiges. Tout le gotha européen veut des vases étrusques, que les restaurateurs s'emploient à rendre plus beaux et chargés de sens pour les présenter à la vente. Ils ajoutent ici une anse ouvragée, là des créatures fantastiques, fabriquent des mastics de comblement avec les restes des uns pour rénover les autres, repeignant le tout habilement pour que cela ne se voit pas. Ils inventent des formes qui n'ont jamais existé dans la culture étrusque, remodelent les traits de certaines figures pour rendre les visages plus conformes au goût classique du moment, inscrivent pour la même raison des noms empruntant au registre de la Grèce antique. « Au milieu du XX^e siècle, ces transformations deviennent visibles. Les matériaux de

restauration se détériorent, et parallèlement, les connaissances en archéologie se développent. On retire alors ces ajouts pour retrouver un état jugé plus authentique et la splendeur d'origine des objets », explique Hortense de Corneillan, enseignante-chercheuse à la Haute école Arc Conservation-restauration, spécialiste de l'histoire des cultures et des matériaux.

UNE AUTRE HISTOIRE DE L'ARCHÉOLOGIE

Mais Hortense de Corneillan considère d'un œil différent les restaurations effectuées au XIX^e siècle : « Elles nous racontent une histoire de l'archéologie et des collections que nous ne connaissons que très peu. Le XIX^e siècle est peu valorisé artistiquement, alors que c'est un siècle charnière. Étudier les restaurations effectuées à l'époque représente une source de connaissance de premier plan ». Depuis bientôt deux ans, Hortense de Corneillan pilote une recherche pour tenter de reconstituer ce passé culturel et artistique. Provenant de deux collections anciennes, une centaine de vases constitue son corpus d'étude. Leur examen suit un protocole permettant d'identifier les matériaux de restauration employés, avec l'aide de tests tout spécialement mis au point à la HE-Arc par la chimiste Édith Joseph et son équipe. Les analyses sont croisées avec les informations récoltées dans les archives de l'époque, et mises à l'épreuve des connaissances actuelles. « On sait par exemple que la colle de caséine à cette époque était employée par les restaurateurs italiens, mais *a priori* pas par les



Urne cinéraire étrusque restaurée au XIX^e siècle. Les créatures fantastiques, les figures féminines et le couvercle ont été ajoutés lors de l'intervention. ©Yale University Art Gallery

Français. » Bâtie sur différents apports scientifiques, la méthode permet de retrouver l'origine des restaurations, d'identifier la patte d'un restaurateur, de donner une dimension sociale à l'histoire archéologique et artistique. Retrouver l'aspect d'origine des objets ou conserver les ajouts faits *a posteriori*, telle est la question que pose en filigrane cette recherche. En architecture, le débat a déjà été tranché, estimant que les métamorphoses issues d'une succession de rénovations sont constitutives de l'objet patrimonial. En témoigne la restauration de la cathédrale Notre-Dame après l'incendie de 2019, qui inclut le remontage de sa célèbre flèche, pourtant ajoutée à l'édifice médiéval en 1845.

Contact :
Haute école Arc Conservation-restauration
Hortense de Corneillan
Tél. +41 (0)32 718 17 10
hortense.decorneillan@he-arc.ch

PARCOURS DE VIE

FAMILLES D'ACCUEIL EN ÉQUILIBRE FRAGILE



Le nombre d'enfants placés est aujourd'hui en augmentation, alors que celui des assistants familiaux tend à baisser : pour la première fois depuis des décennies en France, le placement en collectivité prend le pas sur l'accueil en famille. C'est dans ce contexte inédit qu'une recherche de terrain impliquant psychologues, sociologues et juristes s'est intéressée aux vécus des enfants et adolescents placés et de leurs familles d'accueil en Bourgogne - Franche-Comté¹.

Dans leur domaine de spécialité, les sociologues Virginie Vinel, Veronika Kushtanina et Ludivine Berger se sont appuyées sur l'expertise du LASA² en sociologie des enfances pour construire une enquête participative et ludique spécialement destinée à leurs jeunes interlocuteurs.

Les chercheuses ont aussi rencontré quarante assistantes familiales – le féminin l'emportant largement dans cette profession –, qui leur ont confié leurs difficultés autant que leur bonheur à exercer leur métier.

Enfants et assistantes familiales, tous les participants à l'enquête mettent en avant la force de l'atta-

chement qui les unit, d'autant plus si l'enfant a été placé tôt en famille d'accueil et qu'il y reste longtemps. Les sociologues soulignent cependant que les constats sont à nuancer selon les situations : « Les enfants, pour leur part, font preuve de plus de réserve envers leur famille d'accueil lorsqu'ils entretiennent de bonnes relations avec leurs parents, ou encore lorsqu'ils ont connu de nombreux changements de lieux de vie. » Mais dans les « cercles d'affinité » où les chercheuses les invitent sous forme de jeu à situer les personnes de leur entourage, les enfants mettent le plus souvent les assistantes familiales et leurs conjoints à la meilleure place, dans le cercle central.

DES JEUX POUR PARLER

Dans la panoplie des jeux qu'elles ont proposés, un jeu de l'oie aux cases revisitées, un Monopoly des lieux aimés ou détestés, des cartes de mises en situations fictives ont soulevé l'adhésion de la vingtaine d'enfants et adolescents participant à l'étude. Âgés de 6 à 17 ans, individuellement ou

en groupes, ils ont pu se raconter dans un contexte léger et bienveillant. « Cette façon d'enquêter a porté ses fruits. Une surprise a été de constater que les enfants, même les plus jeunes, ont une très bonne connaissance de l'organisation institutionnelle. Ils savent à qui s'adresser, éducateur ou psychologue, selon leurs besoins. Ils ont bien à l'esprit qu'ils ont à rencontrer le juge pour enfants tous les deux ans », explique Veronika Kushtanina. L'enquête montre par ailleurs à quel point les enfants se sentent en difficulté en cas de *turn-over* important des professionnels qui les encadrent ; elle révèle aussi que les décisions de placement prennent peu en compte leur souhaits.

« Même si tout le monde fait au mieux, le système apparaît dur. Les enfants sont par exemple effrayés par leur face à face avec le juge et le greffier au tribunal, une situation terriblement impressionnante. » Et le juge représente la loi. Une loi qui impose à un enfant de retourner chez ses parents dès lors qu'ils sont estimés être en mesure de s'en occuper, même s'il vit dans sa famille d'accueil depuis des années et souhaiterait y rester. « C'est la loi, mais est-ce toujours l'intérêt de l'enfant ? », questionne Virginie Vinel, qui estime que les enfants, à tout âge, font preuve de capacité de réflexion et que « leur parole est à prendre en compte ».

De l'autre côté du miroir, le manque d'écoute est également pointé chez les assistantes familiales, qui considèrent notamment n'être pas assez consultées lorsqu'une décision est prise à propos des enfants dont elles ont la garde, ou déplorent parfois de ne rien savoir du parcours d'un nouvel arrivant qui leur est confié. Ce constat va de pair avec celui

d'une reconnaissance insuffisante du métier, que ce soit d'un point de vue psychologique, symbolique ou financier, et d'une profession qui a de la peine à s'imposer en tant que telle dans le domaine du travail social.

L'enquête témoigne de la solitude que ressentent certaines assistantes familiales dans le cadre de leur activité, une solitude qui pèse davantage encore lorsqu'elles ont à gérer des cas de handicap, pour lesquels elles sont en demande d'accompagnement et de formation, ou lorsqu'elles sont confrontées à des situations de violence. La précarité est également évoquée, avec la menace de pertes de salaire, sans compensation, en cas de places d'accueil vacantes. Manque de reconnaissance, management vertical, isolement, précarité : la combinaison de facteurs de différentes natures explique donc, d'après cette étude, la perte de vitesse du métier d'assistant(e) familial(e). Les résultats de cette enquête ont été relayés auprès des participants, ainsi que des différents acteurs de l'aide sociale à l'enfance en Bourgogne - Franche-Comté.

¹ Le projet FAPE – Familles d'accueil et parcours des enfants en protection de l'enfance – a été piloté par le laboratoire de psychologie de l'université Marie et Louis Pasteur, et mené en collaboration avec le LASA, le CRJFC et le laboratoire de psychologie Psy-Drepi de l'université Bourgogne Europe, pendant quatre ans (2021-2024), sur financement de la Région Bourgogne - Franche-Comté.

² Laboratoire de sociologie et d'anthropologie, UMLP. Depuis septembre 2025 affectée à l'université de Strasbourg / laboratoire LinCS, Virginie Vinel est désormais membre associée du LASA.

Contact :

Laboratoire de sociologie et d'anthropologie – LASA
Université Marie et Louis Pasteur
Veronika Kushtanina / Virginie Vinel
Tél. +33 (0)3 81 66 53 10
veronika.kushtanina@umlp.fr
vvinel@unistra.fr

TERREAU DE COLLABORATION

UN CENTRE POUR L'AGRICULTURE DANS L'ARC JURASSIEN

Si l'agriculture doit s'adapter à une nouvelle donne environnementale et sociétale, elle pose ses problématiques de manière différente en fonction des régions. C'est pour prendre en compte celles prévalant dans l'Arc jurassien, côté suisse, qu'un centre de compétences a été spécifiquement créé : le CEDD-Agro-Eco-Clim, qui en toutes lettres est le Centre d'excellence et de compétence pour le développement de systèmes agroécologiques durables dans l'Arc jurassien dans un contexte de changement climatique. Le CEDD-Agro-Eco-Clim est le fruit d'une collaboration de longue date entre l'université de Neuchâtel et la Fondation rurale interjurassienne (FRI), qui ont souhaité inscrire leurs travaux dans « une stratégie cohérente à long terme ». « L'objectif est d'apporter une expertise au service de toutes les actrices et tous les acteurs du monde rural, et de servir d'interface entre la recherche académique et les besoins sur le terrain », expose Jérémie Forney, enseignant-chercheur en anthropologie de l'environnement à l'UniNE, qui codirige le centre aux côtés d'Olivier Girardin, directeur de la FRI. Bilans de situation, mise en évidence des besoins comme des bonnes pratiques, partage et valorisation des connaissances, sensibilisation des citoyens et des élus, les missions sont multiples et assurées par une équipe de scientifiques et de spécialistes motivés.

Avec le soutien financier de fondations privées et de structures publiques, le CEDD-Agro-Eco-Clim développe différents projets, visant par exemple à adapter les paysages agricoles pour les rendre plus favorables aux insectes pollinisateurs, à améliorer la vie et la fertilité des sols par des pratiques plus respectueuses, ou encore à redonner une place et une fonction aux arbres dans la production agricole.



Photo Marko Stamen Kovac - Unsplash

Le CEDD-Agro-Eco-Clim fera l'objet d'évaluations régulières de la part d'experts de l'UniNE, de la FRI et d'observateurs extérieurs, pour valider la qualité des actions menées.

Contact :

Institut d'ethnologie
Université de Neuchâtel
Jérémie Forney
Tél. +41 (0)32 718 17 10
jeremie.forney@unine.ch

CIRCUIT COURT

OPTIMISER LA CONSOMMATION D'ÉLECTRICITÉ EN COLLECTIF



La revente d'électricité produite par les panneaux photovoltaïques sur le toit de sa maison est une option qui a fait son temps. Aujourd'hui, la tendance est à l'autoconsommation collective de l'électricité issue de l'énergie renouvelable, en combinaison avec d'autres sources. Le mix ainsi composé appelle à une gestion fine pour ajuster au maximum l'offre et la demande, et privilégier les productions renouvelables locales. Enseignants-chercheurs en informatique à SUPMICROTECH / Institut FEMTO-ST, Jean-Marc Nicod et Christophe Varnier collaborent au développement d'un logiciel pour élaborer des clés de répartition de l'énergie : grâce à ces outils, les titulaires de contrats pourront bénéficier de la façon la plus juste possible des tarifs avantageux de l'énergie verte. Ces travaux de recherche sont menés avec la doctorante Fatma Blagui, et en partenariat avec la société OYO Communities¹ à Fontain (25), où la jeune chercheuse effectue

¹ Fondée en 2018, OYO Communities est une filiale d'Opale Energies Engagées, créée pour accompagner et animer des projets d'autoconsommation collective de grande capacité.

actuellement une thèse CIFRE. « Le calcul des clés de répartition est fait *a posteriori*, quart d'heure par quart d'heure, pour encourager une consommation plus vertueuse et des factures plus légères. Il s'agit de trouver la bonne manière pour que l'électricité produite localement, qui se révèle être la moins coûteuse, soit consommée intégralement », expliquent les chercheurs. Particuliers, petites et grandes entreprises, services publics, les détenteurs de contrats collectifs n'ont pas tous les mêmes habitudes de consommation. L'objectif de la recherche est aussi de déterminer comment former la bonne communauté sur un secteur, entre des particuliers présents à leur habitation surtout en soirée et le week-end, une entreprise qui fonctionne sur la journée, une autre en 3 x 8, une administration ouverte aux horaires de bureau, et un hôpital qui a besoin d'électricité jour et nuit, sept jours sur sept : une configuration parmi tant d'autres possibles. Les membres de la communauté sont, ou non, producteurs d'électricité verte. Différents fournisseurs d'énergie entrent dans le schéma

de fonctionnement collectif, de même que le distributeur Enedis. La facturation des participants à l'opération d'autoconsommation collective est supervisée par une société telle qu'OYO, pour qui le logiciel développé avec FEMTO-ST s'avère particulièrement pertinent. « Les recommandations ou le pilotage dynamique de la consommation des clients, en lien avec les prévisions de consommation et de production, sont une option qui devrait être disponible également dans le logiciel de la société. Cela donnera la possibilité aux membres de la communauté d'adapter leur consommation selon ces données, voire de programmer certaines activités à l'avance. » C'est l'exemple type de la lessive à décaler à certaines heures de l'après-midi, ou celui du rechargement d'une voiture électrique à programmer hors des pics de consommation, ou lorsqu'un risque de surproduction est annoncé. L'application fournit également des suivis de consommation, qui, compilés en historiques, offrent d'autres variables d'ajustement. Actuellement en production, le logiciel est conçu de façon à ne pas dépasser une certaine complexité, pour éviter des calculs trop lourds. Il mobilise différentes compétences de la part des chercheurs, à la croisée entre sciences des données, recherche opérationnelle, optimisation et algorithmique.

Contacts :
Institut FEMTO-ST
Département AS2M – Automatique et systèmes micro-mécatroniques
UMLP / SUPMICROTECH / UTBM / CNRS
Jean-Marc Nicod / Christophe Varnier
Tél. +33 (0)3 81 40 28 11 / 28 13
jm.nicod@femto-st.fr
christophe.varnier@femto-st.fr

LONGUE DISTANCE

LES DÉTECTEURS DE PHOTONS REPOUSSENT LES LIMITES DES CAPTEURS À FIBRES OPTIQUES

Les parcs éoliens en mer représentent une part importante de l'électricité produite grâce à l'énergie fournie par le vent. La surveillance des câbles sous-marins qui rapatrient l'électricité vers les continents est assurée par des capteurs répartis à fibre optique, qui mesurent la température des câbles sur toute leur longueur. Ce contrôle permet de superviser le transport

repousser la portée des capteurs à 150 km, avec des temps de mesure très acceptables. Par ce premier pas décisif, ils ont aussi et surtout démontré que la limite de distance établie depuis vingt ans n'est plus un écueil. Le consortium DISTANCE réunit, côté industriel, l'entreprise bisontine AUREA Technology, *spin-off* de l'Institut FEMTO-ST spécialisée dans

dans une fibre optique est très importante. À cela s'ajoutent les impuretés et les vibrations dans le verre constituant la fibre, qui, même infimes, influent sur la propagation de la lumière. Ce contexte implique que le capteur doit faire preuve d'une grande sensibilité pour détecter les signaux lumineux rétrodiffusés et les modifications de leurs fréquences, qui donnent lieu à la mesure des températures », explique Jean-Charles Beugnot. Le compteur de photons SPAD (*Single Photon Avalanche Diode*) auquel les chercheurs ont recours détecte les particules de lumière une à une, ce qui signifie qu'il n'occasionne que de très faibles « bruits » lors de la mesure ; de plus, son fonctionnement « en avalanche » amplifie le signal émis par les photons : ces propriétés lui confèrent une sensibilité de détection bien supérieure à celle des photodiodes. Cependant, la technologie des compteurs de photons n'assure pas de mesures en continu, mais fonctionne sur des données statistiques : leur viabilité repose sur la multiplication des détections. Après en avoir apporté la preuve de concept, les chercheurs et les industriels travaillent à l'optimisation de cette technologie mêlant optique et électronique, notamment pour obtenir encore des gains de temps de mesure. Si l'éolien en



de l'électricité pour éviter la surchauffe des câbles, et ainsi de protéger l'environnement marin. Les capteurs à fibre optique actuellement utilisés sont équipés de photodiodes, des composants semi-conducteurs très performants, mais qui ne permettent pas de dépasser une portée de 100 km. Cette limite s'avère incompatible avec les projets de développement des parcs *offshore*, envisagés jusqu'à 300 km des côtes. Relevant le défi, des chercheurs et industriels se sont investis dans le projet DISTANCE¹ en vue d'assurer de nouveaux développements aux capteurs à fibre optique actuels. En remplaçant les photodiodes par des systèmes de détecteurs de photons dans une expérience de laboratoire, ils ont réussi à

l'instrumentation optique de haute performance, et la société vaudoise EOSS, née du rapprochement entre Omnisens, *spin-off* de l'EPFL², et Prysmian, leader mondial du marché des câbles pour l'énergie et les télécommunications. Directeur de recherche CNRS au département Optique de l'Institut FEMTO-ST, Jean-Charles Beugnot pilote le projet côté académique. Il mène ses travaux en collaboration avec Maxime Romanet, doctorant recruté sur ce projet, Sébastien Le Floch, enseignant-chercheur spécialiste en microtechniques et métrologie à la HE-Arc Ingénierie, et Étienne Rochat, CTO de EOSS. « Sur une longueur de cent kilomètres, la perte de puissance de la lumière envoyée par un laser

¹ Projet financé par le programme franco-suisse Interreg VI (2021-2027), DISTANCE est piloté côté France par l'UMLP, et côté Suisse par la société EOSS. Doté d'un budget dépassant le million d'euros, il a débuté en mai 2023 avec initialement pour échéance octobre 2025, reportée à mars 2026.

² École polytechnique fédérale de Lausanne.

mer est le point de départ de ce développement, les capteurs longue distance à fibre optique pourront intéresser d'autres applications requérant des

mesures haute sensibilité, par exemple dans le domaine de l'environnement ou pour des technologies comme le LIDAR, la télédétection à distance par laser.

Contact :
Institut FEMTO-ST - Dpt Optique
UMLP / SUPMICROTECH / UTBM / CNRS
Jean-Charles Beugnot
Tél. +33 (0)3 63 08 24 51
jc.beugnot@femto-st.fr

VOIE LACTÉE

LA RÉVOLUTION GAIA GRONDE TOUJOURS



La Voie lactée vue de côté, par l'artiste Stefan Payne-Wardenaar - ESAGaiaDPAC

La Voie lactée est une galaxie dite spirale barrée : elle est composée d'une barre centrale d'où partent des bras spiraux composés de centaines de milliards d'étoiles. On sait aujourd'hui que cette barre est plus inclinée par rapport au Soleil que ce qu'on pensait, et que ce ne sont pas deux, mais plusieurs bras spiraux qui émanent d'elle. On sait aussi que le disque de la Voie lactée est légèrement déformé et qu'il oscille en continu, sous l'effet sans doute de collisions anciennes avec d'autres galaxies. Ces nouvelles connaissances, c'est la sonde Gaia qui les a transmises depuis l'espace, et qui a fourni une foule d'informations sur les deux milliards d'étoiles, quasars, exoplanètes et autres objets célestes qu'elle a scannés au cours de sa mission d'observation.

Une mission dont le top départ a été donné voilà tout juste douze ans, le 19 décembre 2013 précisément, et qui s'est achevée le 15 janvier 2025 : ses instruments tous désactivés, la sonde a alors été déplacée du point d'observation de Lagrange L2, à 1,5 million de km de la Terre, à une voie de garage sur une orbite autour du Soleil.

Cependant, des années seront encore nécessaires aux scientifiques pour traiter l'ensemble des données fournies par Gaia. Les trois catalogues déjà publiés seront complétés de deux nouvelles éditions, l'une prévue pour fin 2026 et l'autre au début de la prochaine décennie. Des fiches d'identité indiquent par exemple les caractéristiques des étoiles : position dans l'espace, vitesse de déplacement, mouvement, luminosité, couleur, température, composition chimique, les informations résultent de l'observation plusieurs dizaines de fois répétée pour chacune d'elles, par les télescopes embarqués de la sonde. De quoi continuer à nourrir le Modèle de la galaxie de Besançon, élaboré au début des années 1980 par les astrophysiciens de l'observatoire comtois, qui depuis l'enrichissent inlassablement. Référence dans la communauté scientifique à l'international depuis plus de quarante ans, pour les connaissances sur la Voie lactée qu'il a permis d'agréger, ce modèle a servi à préparer le voyage de Gaia, en indiquant la nature et la position des objets que la sonde devait

trouver sur son chemin.

Gaia est la deuxième sonde astrométrique envoyée dans l'espace par l'Agence spatiale européenne (ESA). Le recensement qu'elle a opéré au voisinage du Soleil, et même au-delà, témoigne d'une formidable visibilité sur la Voie lactée, tant par la taille de la fenêtre ouverte que par la qualité des données récoltées, dont le volume se chiffre à chaque parution de catalogue en centaines de téraoctets. Les chercheurs de l'Observatoire de Besançon, comme les quelque quatre cents scientifiques européens engagés dans l'aventure, continuent à traiter et interpréter les enseignements de Gaia.

Ces éléments de connaissance constituent une vraie révolution pour la compréhension des origines, de la structure et de l'évolution de notre Galaxie.

Contact :
Institut UTINAM
Observatoire des sciences de l'Univers
THETA de Franche-Comté
UMLP / CNRS
Céline Reylé
Tél. +33 (0)3 81 66 69 35
celine.reyle@obs-besancon.fr

VICE VERSA

ÊTRE OU NE PAS ÊTRE WOKE...

To wake, woke, woken : tout droit sorti de la liste des verbes irréguliers anglais, dont l'apprentissage a laissé de mauvais souvenirs à plus d'un collégien, *woke* signifie éveillé. L'adjectif d'abord brandi aux États-Unis en opposition aux injustices sociales, notamment avec le mouvement *Black Lives Matter*, s'est décliné en wokisme, à la connotation aujourd'hui clairement négative. Le terme qualifie de façon dénigrante les mouvements ou personnes déclarant lutter pour plus d'égalité, sur les questions de genre, de race ou de classe. Que se cache-t-il réellement derrière le wokisme, ce mot ambivalent dont on ne saisit pas bien les contours ?

À l'université de Neuchâtel, le philosophe Olivier Massin s'intéresse à cette question très actuelle, qui, en Suisse comme en France, anime les débats dans les chaumières. Il explique d'emblée : « Le wokisme est une idéologie qui passe aisément inaperçue. D'une part parce que le terme qui la nomme est refusé par ses partisans, contrairement aux défenseurs du « libéralisme » ou du « socialisme », par exemple, d'autre part parce que le wokisme

emprunte un certain nombre de ses termes à la moralité ordinaire, comme diversité, équité ou inclusivité, tout en changeant cependant substantiellement leur sens ». En lutte contre les inégalités et les injustices, le wokisme semble initialement prôner des idées partagées par le plus grand nombre : être contre le racisme ou le féminicide n'est pas l'apanage des partisans *woke*. C'est dans la radicalité que se loge sans doute la différence : si les idées de départ sont matière à progrès social et la plupart du temps bienvenues, leur traduction en programmes ne remporte pas forcément l'adhésion. « Les gens ont dans l'ensemble le sentiment de vivre dans une société qui va à peu près bien, même si tout n'est pas parfait, parce qu'ils comparent la situation à celle d'autres pays ou avec le recul de l'histoire. Les personnes *woke* pensent le contraire, et veulent un changement radical de la société, explique le chercheur. La question de l'égalité des chances, par exemple, met à peu près tout le monde d'accord. Ce que demandent les adeptes *woke*, c'est l'égalité des résultats, ce qui est un réel changement de paradigme. »

Afin que le débat puisse avoir lieu, Olivier Massin propose une définition neutre du wokisme, qui puisse être acceptée tant par ses partisans que par ses opposants. « Le wokisme peut être défini en trois points. Premièrement, selon cette idéologie, nous vivons dans des sociétés parcourues par des relations

de pouvoir et d'oppression bien plus nombreuses que ce que nous pensons d'ordinaire. Deuxièmement, ces motifs d'oppression se combinent pour définir des identités individuelles, fondées sur le genre, l'ethnie, l'orientation sexuelle, le handicap... Troisièmement, pour révéler ces relations d'oppression cachées, le wokisme entend accorder un privilège à la parole des victimes, dont l'expérience vécue est considérée comme faisant autorité. » Poser les bases d'une définition donne les moyens de pouvoir mieux cerner le concept, évitant ainsi l'écueil du mot fourre-tout, et de réussir à engager les débats d'une manière plus constructive. À gauche sur l'échiquier politique, les partisans *woke* sont accusés par leurs détracteurs de censure et de *cancel culture*, la culture de l'effacement, dirigée vers une personnalité controversée. Des agissements également observés à droite, comme en témoignent les prises de position du gouvernement Trump depuis l'élection du président américain. Les uns comme les autres ont recours à des moyens qu'ils critiquent chez la partie adverse. « Ce n'est pas parce qu'on est contre les censures de gauche qu'on doit être pour les censures de droite, et inversement », conclut Olivier Massin, pour qui la diversité d'opinion et l'objectivité sont les mots-clés de tout débat pour avancer vers la vérité.

Pour en savoir plus, le livre de Jonas Follonier, *La diffusion du wokisme en Suisse*, paru aux éditions Slatkine en 2024, et dont la préface est signée par Olivier Massin.

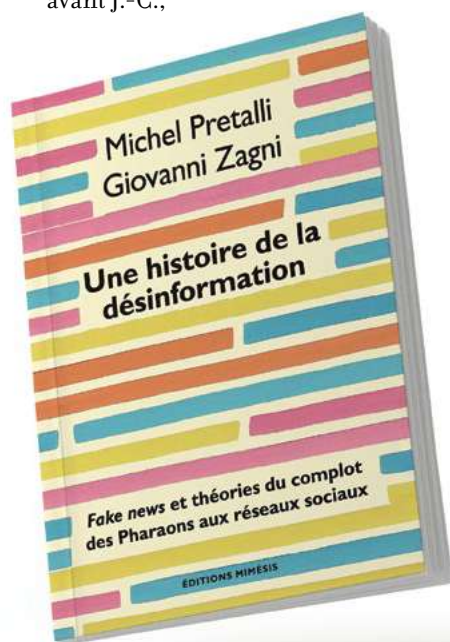
Contact :
Institut de philosophie
Université de Neuchâtel
Olivier Massin
Tél. +41 (0)32 718 18 57
olivier.massin@unine.ch



FAIT DE SOCIÉTÉ

LA MANIPULATION DE L'INFORMATION,
UN PHÉNOMÈNE HÉRÉDITAIRE

Rumeurs, dissimulations, canulars, mensonges, fausses nouvelles : la désinformation aime se travestir. Et si l'apparition d'internet et des réseaux sociaux numériques l'amplifient de façon fantastique, le phénomène ne date pas d'hier et utilise des ressorts communs à toutes les époques. Dans *Une histoire de la désinformation*, Michel Pretalli et Giovanni Zagni¹ rappellent cette réalité par une série d'exemples puisés au cours des quatre derniers millénaires, dont même les plus connus réservent encore des surprises. On ne saura sans doute jamais si la ville de Byblos assiégée était ou non infestée par la peste lorsque le pharaon Akhenaton refusa de se porter à son secours, mais des deux missives contradictoires qu'il reçut à ce sujet, l'une contenait forcément une fausse nouvelle. Cela se passait quatorze siècles avant J.-C.,



Pretalli M., Zagni G., *Une histoire de la désinformation. Fake news et théories du complot des Pharaons aux réseaux sociaux*, Éditions Mimesis, 2025.

époque à laquelle pourrait avoir eu lieu la guerre de Troie. Le célèbre cheval de la légende, qui emmena les Grecs au cœur de la puissante cité et causa sa perte, ne fut pas la seule des ruses de cette histoire, qui débute avec l'organisation de l'expédition grecque à l'assaut de la ville. Selon les textes antiques, Ulysse aurait simulé la folie pour éviter de partir en guerre. Une supercherie découverte par un certain Palamède, dont Ulysse se vengera en montant contre lui une intrigue fausse, mais fatale.

FAUX EN TOUS GENRES

Un bond de quelques siècles fait entrer dans le Moyen Âge, « l'âge d'or des faux et des contre-façons », que les moines copistes alimentent d'actes ou de testaments altérés, voire inventés de toutes pièces. La donation de Constantin, le premier empereur romain à se convertir au christianisme au IV^e siècle, est ainsi un texte qui fonde la légitimité du pouvoir du pape sur l'Occident « jusqu'à la fin des temps ». Il faudra attendre plusieurs siècles pour que l'authenticité du document soit véritablement remise en question sous la plume acerbe de l'humaniste Valla, dont les accusations seront confirmées par les chercheurs modernes. De tout temps et jusqu'à nos jours, la désinformation investit les sphères militaires, économiques, politiques et sociales. À la rumeur de la mort de Napoléon succède celle de Barack Obama victime d'une explosion à la Maison blanche, chacune lancée à son époque pour servir les spéculations financières sur des marchés affolés par ces (fausses)

nouvelles. La machination Denver, pilotée par le KGB pendant la guerre froide pour accuser les États-Unis d'être à l'origine de la pandémie du SIDA, prend la suite des Protocoles des sages de Sion sur un prétendu complot judéo-maçonnique aux origines de la Révolution française...

Pour exister, la désinformation utilise les mêmes mécanismes de création que la fiction, s'affirme grâce à la vraisemblance des renseignements donnés, s'appuie sur des sentiments comme la peur, qui accentuent la vulnérabilité de ses victimes. Elle est servie par les biais cognitifs altérant le jugement de l'être humain, et qui aident les fausses informations à perdurer.

Dans la dernière partie de leur ouvrage conçue comme un guide pratique, les auteurs proposent des leviers d'action, au niveau individuel comme à l'échelle de la société, pour se prémunir de la désinformation et de ses effets d'autant plus dévastateurs qu'elle est aujourd'hui devenue virale : vérifier les informations pour soi et avant de les transmettre aussi, pour ne pas devenir à son tour le pourvoyeur de *fake news*, développer l'esprit critique, profiter des enseignements des sciences humaines pour accompagner le développement technologique. Un enjeu important est de redonner aux institutions leur crédit, mis à mal par des scandales comme celui du sang contaminé : à elles de regagner cette confiance en jouant, elles aussi, les cartes de la transparence et de l'intégrité.

¹ Michel Pretalli est enseignant-chercheur en études italiennes à l'UMLP / Institut des sciences de l'Antiquité (ISTA). Giovanni Zagni est journaliste expert dans la vérification des faits, en Italie.

CANAUX DE COMMUNICATION

COLLECTIVITÉS PUBLIQUES
ET PROMOTION NUMÉRIQUE

L'arrivée des réseaux sociaux numériques et l'amplification de leur usage au cours de la décennie 2000 marquent l'avènement du web participatif, favorisant l'échange entre les organisations et leurs publics. C'est un vrai tournant pour la communication des marques et des entreprises, une tendance obligée qu'adoptent également, mais plus timidement, les collectivités. Dans un contexte de forte concurrence, les villes et les territoires s'emparent ainsi peu à peu des moyens offerts par les réseaux sociaux numériques pour attirer, selon leurs priorités, les investisseurs, les résidents et les touristes, et pour renforcer le sentiment communautaire au sein de leur entité.

LES RÉSEAUX SOCIAUX
NUMÉRIQUES,
DES MÉDIAS
À PART ENTIÈRE

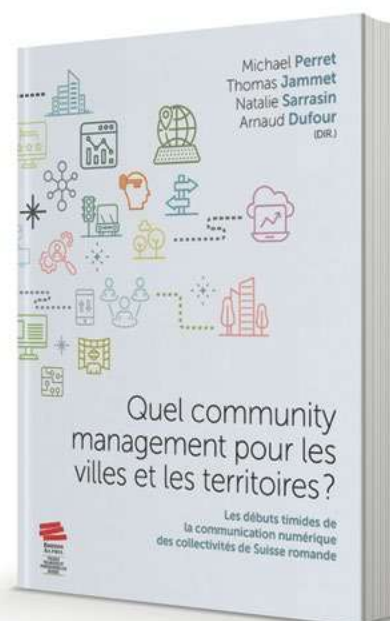
C'est pour mettre en lien les recherches menées dans ce domaine et les pratiques de terrain observées en Suisse romande que paraît *Quel Community Management pour les villes et les territoires ?*, dans la droite ligne du colloque organisé sur ce thème à la Haute école de gestion Arc en avril 2024. Sous la direction de scientifiques¹ spécialistes de la question, cet

ouvrage collectif établit un état des lieux des connaissances avant de s'intéresser aux études de cas que fournissent de manière différente les villes de Neuchâtel et de Bienne.

Neuchâtel est activement présente sur les réseaux sociaux numériques depuis 2016, travaillant par leur intermédiaire à renforcer « le sentiment d'identification à la ville et à ses activités quotidiennes ». Bienne, quant à elle, les utilise pour renouveler sa communication institutionnelle et conquérir de nouveaux habitants ; elle fait pour cela appel à la contribution de ses citoyens, devenant ainsi des ambassadeurs de leur ville.

Les réseaux sociaux numériques atteignent un public tellement important qu'ils sont aujourd'hui des médias à part entière. Selon les chiffres de l'étude menée en 2024 par l'agence digitale We are social et la société Meltwater, leur temps moyen d'utilisation mondial est de 2 h 20 par jour, sur 6 h 35 quotidiennes passées sur internet. Les différences de temps de consultation entre les plateformes sont importantes, parfois étonnantes. En Suisse, on passe deux fois plus de temps sur TikTok que sur YouTube par exemple, soit près de 23 h par mois contre 9 h 40, LinkedIn arrivant très loin derrière avec à peine 50 mn mensuelles.

Nombre de comptes ouverts, profils des internautes, temps d'utilisation et pratiques, de la simple consultation à la fourniture de contenus : les statistiques concernant les médias sociaux demandent à être étudiées de près pour bien cibler un public. La question de l'usage de ces



Perret M., Jammet T., Sarrasin N., Dufour A. (dir.), *Quel community management pour les villes et les territoires ? Les débuts timides de la communication numérique des collectivités de Suisse romande*, Éditions Alphil-Presses universitaires suisses, 2025.

moyens de communication doit par ailleurs être mise en relation avec les attendus des organisations publiques, entre élaboration d'une stratégie marketing et souhait d'une information institutionnelle « naturelle ». De manière générale, les analyses des spécialistes montrent que le potentiel offert par les réseaux sociaux numériques demande à faire l'objet d'une réflexion stratégique plus poussée de la part des collectivités et des territoires. Dans un environnement numérique en constante reconfiguration, ils doivent être pensés de la manière la plus efficace possible par rapport aux habitudes et comportements des utilisateurs, être considérés comme d'autres canaux dans un « écosystème numérique », lui-même à inclure dans un plan de communication d'ensemble des collectivités et des territoires.

¹ Michael Perret est enseignant-chercheur en communication, jeux et médias sociaux à la Haute école de gestion Arc, Thomas Jammet est professeur associé à la Haute école de travail social Fribourg, Natalie Sarrasin est maître d'enseignement à la Haute école de gestion du Valais, Arnaud Dufour est professeur associé à la Haute école d'ingénierie et de gestion du canton de Vaud.



Image générée par IA - Pete Linforth - Pixabay

Des équipements dernier cri en optique et photonique : l'Institut FEMTO-ST et le laboratoire ICB présentent Smartlight, une plateforme technologique à nulle autre pareille en France dans ce domaine, mise au service de la recherche académique et de l'innovation industrielle.

PLATEFORME [OUVERTE]

DES ÉQUIPEMENTS OPTIQUES UNIQUES POUR SMARTLIGHT

Jouant sur l'acquisition d'équipements de dernière génération et l'intégration de matériel scientifique déjà existant à l'Institut FEMTO-ST et à l'ICB, la plateforme Smartlight se place à un niveau d'excellence technologique inédit

en France dans le domaine des sciences de la lumière.

Élue au programme national EquipEx+ 2020¹, la plateforme est dévolue à la recherche et à l'innovation industrielle, et bénéficiera en premier lieu au territoire régional.

Smartlight permet aux chercheurs de continuer à s'imposer dans la course mondiale dans un domaine aux enjeux considérables, et qui est l'un des fers de lance des deux instituts de recherche.

La plateforme offre des opportunités inaccessibles par ailleurs aux entreprises.

« Certaines des technologies dont nous faisons aujourd'hui l'acquisition n'existaient pas encore il y a seulement dix ans », explique François Courvoisier,

directeur du département Optique de l'Institut FEMTO-ST, qui partage le pilotage de la plateforme avec Frédéric Smektala, directeur du département photonique à l'ICB, et Benoît Cluzel, directeur adjoint de l'institut bourguignon.

QUATRE PÔLES TECHNOLOGIQUES

Ces équipements sont répartis entre quatre pôles, dont les champs d'action sont au demeurant en lien. « Optoélectronique haute cadence » propose un large panel d'instruments de caractérisation des signaux optoélectroniques. Il inclut notamment un oscilloscope permettant de mesurer un signal jusqu'à une fréquence de 100 GHz en temps réel, et un générateur de signaux arbitraires, capable de produire des signaux optiques selon une géométrie choisie, à une résolution inférieure à dix picosecondes, soit 10×10^{-12} s. Il n'existe que deux équipements de ce genre

« En termes de capacité et de résolution, les différentes ressources de Smartlight sont quasi uniques en France »

en France, et celui-ci est le seul appartenant à une plateforme de recherche publique. Le deuxième pôle, « Microscopies multimodales », est un ensemble de dix stations de microscopie optique donnant la possibilité de visualiser l'extrêmement petit et de sonder les interactions lumière-matière. « Optique guidée 3D » offre des solutions de réalisation, d'assemblage et de *packaging* de composants fibrés et de circuits photoniques intégrés par impression 3D. Enfin, « Lasers ultrarapides » réunit une quinzaine de systèmes lasers femtosecondes pour l'analyse et le contrôle des interactions lumière-matière ultrabrèves, pour des applications allant de l'alignement moléculaire à l'usinage laser. Et comme son nom le laisse entendre, Smartlight témoigne d'une étroite association entre les sciences de la lumière et l'intelligence artificielle. L'IA est utilisée pour l'analyse de données aidant à comprendre les lois physiques régissant le monde de l'optique à l'échelle du photon. De façon plus spécifique aux recherches menées sur le territoire régional, la photonique elle-même est le support physique de circuits neuronaux dont le coût énergétique sera, à terme, nettement plus faible qu'avec les circuits électroniques actuels. « En termes de capacité et de résolution, les différentes ressources de Smartlight sont quasi uniques en France. C'est une montée en gamme incontestable de nos équipements et une vraie valeur ajoutée pour la visibilité de nos laboratoires. » Pour illustrer ce propos, François Courvoisier donne un ordre d'idée du gain de temps phénoménal que représente typiquement l'oscilloscope 100 GHz pour des applications dans le domaine quantique : « Certaines mesures ne nécessiteront par exemple qu'une semaine de traitement, là où elles auraient auparavant demandé une année ! »

COUP DE PROJECTEUR SUR SMARTLIGHT

Smartlight est lauréat de l'appel à manifestation d'intérêt EquipEx+ 2020, dédié aux équipements structurants pour la recherche, et qui correspond à la troisième phase du Programme Investissements d'Avenir (PIA) mis en place par l'État français.

Coordonné par Benoît Cluzel à l'université Bourgogne Europe / ICB, le projet réunit plus de cent-vingt scientifiques autour de recherches en nano-optique, photonique ultrarapide, fibre optique, photonique non linéaire, optique quantique et télécommunications.

La plateforme a par ailleurs été élue cette année, sur appel à projets, membre du PEPR LUMA – Programme et équipements prioritaires de recherche sur l'interaction lumière-matière. Ce label confère une reconnaissance nationale supplémentaire à Smartlight et lui fournit l'opportunité de développer son réseau, alors même que l'étape d'acquisition de ses équipements se termine, et que démarre sa phase d'exploitation.

La plateforme Smartlight affiche ainsi de multiples ambitions : développer des dispositifs photoniques à forte valeur ajoutée et à faible empreinte énergétique, favoriser les projets de recherche collaboratifs à l'intérieur du périmètre académique et avec l'industrie, assurer des prestations de service *high tech*, proposer des formations continues de haut niveau dans le domaine photonique. Son rayonnement dépasse déjà les frontières de la région et de l'Hexagone. Smartlight dope les collaborations internationales déjà mises en place par l'Institut FEMTO-ST et le laboratoire ICB avec de nombreuses structures internationales, de l'université du Maryland aux États-Unis à celle d'Auckland en Nouvelle-Zélande, de l'Institut technologique Toyota au Japon à l'Académie des sciences en Chine.

« Certaines mesures ne nécessiteront qu'une semaine de traitement, là où elles auraient auparavant demandé une année ! »

¹ Le projet Smartlight bénéficie d'un financement de la part de l'État de trois millions d'euros sur huit ans, un budget abondé par la Région Bourgogne - Franche-Comté à hauteur de 750 000 €, et complété en 2025 par 500 000 € du PEPR LUMA – Programme et équipements prioritaires de recherche sur l'interaction lumière-matière.

Contact :
Institut FEMTO-ST
UMLP / SUPMICROTECH / UTBM / CNRS
François Courvoisier
francois.courvoisier@femto-st.fr
www.smartlight.fr

rejoindre une équipe de *quadball*, le nouveau nom du *quidditch* tout droit sorti de l'imaginaire Harry Potter, adopter un ton décalé sur une scène punk : les pratiques alternatives, pour être diverses, ont toutes à voir avec l'imaginaire, la marge, la contre-culture. « Elles ne sont cependant pas détachées de la société. Elles entrent bien dans le champ des loisirs, mais proposent d'autres manières de les concevoir », explique Audrey Tuaillon Demésy.

PRATIQUES ET IMAGINAIRES EN MARGE DES DOGMES

Les sports, par exemple, s'affranchissent des codes traditionnels : les équipes sont mixtes, certaines contraintes vestimentaires ou corporelles tombent, le fun, les rencontres et le plaisir du jeu sont des notions centrales. « Cela n'empêche pas ces sports de se pratiquer à haut niveau et pour certains d'être organisés en fédérations », précise la chercheuse. Ces espaces permissifs et ces moments hors du temps de Chronos sont interrogés par des chercheurs en sociologie, anthropologie, STAPS, littérature, sciences de l'information et de la communication..., qui se sont constitués en réseau au fil des années grâce au projet Aiôn. Après avoir exploré le passé et notamment les imaginaires prolifiques du Moyen Âge, une partie de leurs travaux investiront désormais le futur, la question de la fin du monde et les temps d'après l'Apocalypse. Outre un intérêt marqué pour l'étude des fictions post-apocalyptiques, notamment les productions audiovisuelles traitant des zombies, d'autres manières très différentes d'aborder le sujet serviront également cette ambition : la culture punk et notamment le groupe français Ludwig von 88, qui a demandé

OUVRIR DES BRÈCHES DANS LE TEMPS



Les bulles temporelles empruntant au concept d'Aiôn sont autant de brèches qu'il est possible d'aménager dans le temps linéaire et chronologique. Des espaces et des idées proposés dans un dictionnaire inspiré et inspirant, annoncé comme dissident puisqu'il ne saurait répondre à un principe d'exhaustivité, et parce qu'il a été conçu et se lit avec une grande liberté. Audrey Tuaillon Demésy et Clémentine Hougue, spécialiste de littérature comparée, ont orchestré l'agencement de ces expressions et manifestations du temps d'Aiôn, que soixante-seize chercheurs de différentes disciplines ont mises en musique. Il ne s'agit plus ici de courir

après le temps ou d'essayer de rattraper celui qu'on a perdu, mais de faire place à d'autres façons de l'envisager. *Âge d'or*, *Il était une fois* ou *Prophétie* témoignent d'entrées poétiques. *Lenteur*, *Sieste* ou *Mémoire* apparaissent comme des évidences. Plus déroutantes, *Do it yourself* ou *Folklore* révèlent le lien entre des pratiques hors des sentiers battus et une certaine conception du temps. Au total, quatre-vingt-onze notices dans lesquelles piocher... en prenant son temps.

Tuaillon Demésy A., Hougue C., *Dictionnaire dissident du temps*, Éditions Riveneuve, 2024.

à Audrey Tuaillon Demésy de réaliser sa biographie, vue sous un angle sociologique, et la pratique du *jugger*, un sport ludique inspiré d'un film de la fin des années 1980 empruntant au registre postapocalyptique, et dont la pratique est répandue en Allemagne et en Espagne. Loisirs alternatifs et imaginaires du temps : les recherches menées dans le cadre du projet Aiôn donnent lieu à de nombreuses publications et événements scientifiques ou à destination du grand public.

Un colloque est ainsi programmé à Autun (71) les 4 et 5 décembre prochains, sur le thème *Faire corps avec le passé : exposer l'histoire par les pratiques corporelles*. Ce colloque viendra clore le volet ANR des recherches, un programme débuté en 2019.

« Les pratiques alternatives entrent bien dans le champ des loisirs, mais proposent d'autres manières de les concevoir »

Contact :
Laboratoire C3S
Culture, sport, santé, société
UMLP
Audrey Tuaillon Demésy
audrey.tuaillon-demésy@umlp.fr



Tourbières, prairies inondées, marais, forêts alluviales..., les milieux humides méritent attention et protection. La démarche commence par l'inventaire de ces territoires encore mal connus, et qui sont en relation étroite avec leur environnement. Notamment avec l'eau, depuis celle du sous-sol jusqu'aux étendues calmes des lacs.



GRAND FORMAT [ENTRE TERRE ET EAU]

MILIEUX HUMIDES EN INSTANCE DE PROTECTION

De mortes
en fossés,
de prairies
alluviales en
tourbières...

Discrets au point de se faire un peu oublier dans la perception que nous avons des paysages, les milieux humides ne sont pas moins porteurs d'enjeux écologiques de premier plan. Comme les rivières, les lacs, les eaux souterraines ou les forêts, avec lesquelles ils entretiennent des liens privilégiés, ils méritent d'être préservés et protégés. C'est dans cet objectif qu'en France, le Code de l'environnement définit ce que sont les zones humides. « Zone » et non « milieu », la distinction a son importance. Le terme réglementaire *zone humide* est plus restrictif que celui de *milieu humide*, enrichi par la prise en compte de fonctions écologiques et hydrologiques, selon une vision scientifique concernant de fait des espaces plus importants. Mortes, fossés, prairies alluviales, tourbières, les zones humides sont caractérisées en premier lieu par la présence d'eau en surface et/ou dans les sols, en tout ou partie de l'année. D'autres critères réglementaires aident à les identifier de façon catégorique du point de vue de la loi. Un inventaire de ces espaces a pu être réalisé sur cette base ces dernières années en France hexagonale, et porté à la connaissance des acteurs de l'environnement.

Les recherches
témoignent en
Guyane de la
présence de
deux nappes
superposées
qui fluctuent
très rapidement
selon les pluies

La Franche-Comté s'était montrée pionnière en la matière, avec des recensements déjà effectués au laboratoire Chrono-environnement de l'UMLP. Le pédologue Éric Lucot en est l'un des artisans. Son expertise de l'étude des sols, qui le conduit de la forêt de Chaux en région à la Guyane française, est aujourd'hui mise à contribution par les législateurs en vue de dresser les inventaires des zones humides dans les territoires ultramarins. « Il convient d'adapter aux zones tropicales françaises les critères et les protocoles qui ont guidé la rédaction des textes réglementaires en hexagone. En Guyane par exemple, où l'urbanisation est exponentielle, ces dispositions veulent aider à préserver les savanes humides et la biodiversité très importante qu'elles abritent. »

LA RÉPONSE DES SOLS

Le chercheur peut s'appuyer sur des données issues d'études menées sur ces terrains depuis plus de vingt ans. En forêt de Chaux, les suivis systématiques des niveaux des nappes d'eau sont automatisés depuis 2008 et menés à une fréquence biquotidienne. Ils sont corrélés à des analyses de sols, effectuées selon des approches géologique et chimique. Les résultats montrent que les précipitations sont suffisantes pour que les nappes souterraines se régénèrent chaque année, mais que ces réservoirs d'eau se remplissent de plus en plus irrégulièrement. « Le changement climatique provoque plus de sécheresses que par le passé, et, ponctuellement, d'intenses précipitations. C'est un scénario qui était annoncé par les modèles, mais qui se produit avec plusieurs décennies d'avance. » De très grosses averses tombent aujourd'hui sur la forêt de Chaux, comme cela existe en Guyane ! Mais les sols ne se comportent bien sûr pas de la même manière. L'analyse du fonctionnement des nappes en Guyane témoigne de la présence de deux nappes superposées qui fluctuent très rapidement selon les pluies. « Le sol est perméable, et il faut vraiment beaucoup de pluie pour que l'eau puisse former une nappe. Le stockage très court de l'eau et les variations des nappes ont une influence certaine sur le fonctionnement de la forêt amazonienne et la disponibilité de l'eau pour les plantes. » En forêt de Chaux, en cas d'année bien arrosée, la quantité d'eau stockée dans les sols peut à l'inverse être spectaculaire. Là aussi, quoique d'une autre manière, ce n'est pas sans conséquence sur l'écosystème. Et c'est un

vrai défi pour les gestionnaires de la forêt. Le reboisement de parcelles en chênes sessiles est par exemple une expérience décevante : si ces arbres sont résistants à la sécheresse, ils supportent moins bien l'humidité que leurs cousins les chênes pédonculés, naturellement présents dans la forêt comtoise.

Les résultats des recherches, en témoignant de conditions insoupçonnées d'humidité dans les sols, expliquent pourquoi les plants n'ont pas résisté, et montrent que le chêne pédonculé reste une essence de choix, qu'il convient de protéger le mieux possible des épisodes de sécheresse.





Photo Martina Janochová - Pixabay

« S'il est impossible
de restituer
l'état initial de la
forêt de Chaux,
on peut grâce
à la restauration
des ruisseaux, lui
redonner une part
de son naturel »

RESTAURATIONS EN FORÊT DE CHAUX

La pluie et la hauteur des nappes ne sont pas les seuls paramètres en jeu : la circulation de l'eau est d'une importance cruciale pour le bon fonctionnement de l'écosystème de la forêt de Chaux, dont plus de la moitié est qualifiée en milieu humide. Des expériences de restauration de ruisseaux visent ainsi à contrer les effets néfastes des drainages réalisés au milieu du XX^e siècle pour faciliter l'extraction du bois et la gestion de la forêt. Grâce au comblement partiel des fossés qui les canalisaient, certains ruisseaux ont repris le cours de leurs méandres naturels et peuvent à nouveau irriguer les sols et alimenter plus longuement les rivières. « S'il est impossible de restituer l'état initial de la forêt, on peut de cette façon lui redonner une part de son naturel », estime Éric Lucot, preuves à l'appui. Dès 2010, après une première série de travaux de restauration, une présence plus importante de l'eau est mise en évidence avec des durées d'écoulement des ruisseaux temporaires augmentées de plusieurs semaines au printemps, accompagnées d'un renouveau de la biodiversité. Les résultats des mesures enregistrées entre 2018 et 2022, consignés dans un rapport édité en 2024, confirment que les méthodes de restauration fonctionnent. « À 30 cm de profondeur, une nappe alimentée par un ruisseau non restauré ne reste en place que quelques jours. Cette durée est portée à plus d'un mois après que ce ruisseau a été restauré. » Les chercheurs observent que ce surplus d'eau n'affecte pas les essences naturellement présentes en forêt de Chaux, comme les chênes, les charmes et les noisetiers, mais qu'il peut être délétère pour des jeunes plants, notamment de hêtre. Pour contrôler l'évolution de l'état sanitaire des arbres dans un contexte d'humidité à la fois historique et nouveau, des placettes de suivi de la santé et de la croissance des arbres ont été mises en place avec le concours de l'Office national des forêts (ONF) et de l'Observatoire des forêts comtoises. Les chercheurs espèrent y trouver la confirmation de leur hypothèse : l'humidité serait un facteur d'amélioration de l'état sanitaire des arbres, et offrirait des conditions plus favorables à la forêt pour résister au changement climatique et s'y adapter.

LES TOURBIÈRES, DE SUJET SCIENTIFIQUE EN PRÉOCCUPATION POLITIQUE

Milieus humides par excellence, les tourbières jouent un rôle de réservoir de carbone susceptible de s'inverser : lorsqu'elles sont dégradées en raison de leur exploitation pour les besoins des activités humaines, elles ont tendance à libérer le carbone qu'elles ont piégé au fil du temps en rejetant du gaz carbonique dans l'atmosphère, un processus amplifié par le réchauffement des températures. Ces rejets sont ainsi estimés à près du double des émissions de CO₂ de tout le secteur aérien mondial actuel. Les tourbières, dont les surfaces sont notamment très importantes en Russie, au Canada et en zone tropicale, concentrent un tiers du carbone présent dans les sols à travers le monde. Partout, lutter contre leur détérioration est essentiel pour limiter la production de gaz à effet de serre, et pour protéger l'écosystème qui leur est si particulier. C'est un impératif que la communauté européenne a formulé dans une loi sur l'environnement datant de 2024, qui impose à ses États membres de rendre une partie de ces milieux humides à nouveau fonctionnelle, selon un agenda des plus clairs : 30 % des tourbières européennes à usage agricole devront être restaurées en 2030, 40 % en 2040, et 50 % en 2050. Dans ce contexte, les recherches menées de longue date par l'écologue Daniel Gilbert à Chrono-environnement sont une aubaine, apportant des connaissances sur l'écosystème lui-même comme sur les techniques permettant de l'étudier sur le terrain. L'observatoire installé dans le cadre

« En France,
l'inventaire
montre de façon
surprenante
que 60 %
des tourbières
se trouvent
en plaine,
et 40 %
en moyenne
montagne »

¹ Zone atelier de l'Arc jurassien

² Service national d'observation des tourbières

de la ZAAJ¹ et du SNO tourbières² à Frasne (25), qui recueille des données depuis plus de quinze ans sur la tourbière comtoise, est à ce titre un dispositif très original en France. Par ailleurs, pour pouvoir aller plus loin dans les recherches, Daniel Gilbert explique qu'« il devenait nécessaire de disposer d'un inventaire des tourbières en France, indiquant leurs caractéristiques et leur niveau de dégradation ». En 2021, la doctorante Lise Pinault s'attaque à la tâche sous sa supervision. Les résultats de son travail de thèse en biologie des populations et écologie, présentés en avril dernier à l'UMLP, s'inscrivent donc dans le cadre on ne peut plus porteur des nouvelles préoccupations environnementales émises par l'Union européenne.

UNE CARTE DE FRANCE DES TOURBIÈRES

Des préoccupations partagées par les gestionnaires au niveau local. Très nombreux à s'être investis pour soutenir la démarche, ils ont facilité l'accès des chercheurs au terrain et affecté des personnels à la réalisation de carottes. L'ensemble du territoire français a été quadrillé, permettant d'élaborer une carte exhaustive et inédite des tourbières en France. Cette projection prend le relais d'un premier travail de recensement, très précis mais partiel, datant de 1949, qu'une vingtaine de volontaires à vélo avait réalisé pour les besoins d'approvisionnement en tourbe de chauffage de la population d'après-guerre.

« L'inventaire actualisé montre de façon surprenante que 60 % des tourbières se trouvent en plaine, et 40 % en moyenne montagne, là où on pourrait intuitivement imaginer qu'elles sont les plus nombreuses », souligne Lise Pinault. Au total, environ 130 000 hectares sont aujourd'hui répertoriés, représentant 153 millions de tonnes de carbone, des chiffres que la chercheuse met en relief : « Si les tourbières n'occupent que 0,2 % de la surface de la France hexagonale, elles concentrent l'équivalent des gaz à effet de serre émis pen-

dant deux ans par les activités du pays, tous secteurs confondus. »

Les marais du Cotentin et du Bessin au nord, les marais de Brière, les Landes, le marais poitevin sur la façade atlantique, la Camargue au sud, présentent les surfaces les plus importantes. Sur 25 sites, des échantillons ont été prélevés pour servir à élaborer des indicateurs de l'état de santé des tourbières. Les travaux de Lise Pinault ont notamment et pour la première fois mis en évidence que le niveau de tassement de la tourbe est directement corrélé au niveau maximal de la nappe d'eau : la tourbe augmente en densité et sa concentration en carbone diminue dès lors qu'elle est émergée au moins une fois par an. Cette relation de cause à effet pourrait servir à mettre au point de nouveaux instruments de prédiction de l'émission de gaz à effet de serre d'une tourbière à partir des paramètres du sol, complétant ainsi les dispositifs de mesure existants de façon peu contraignante et peu coûteuse.

Une autre méthode dégagée au cours de cette recherche concerne les aspects économiques. Il s'agit notamment d'estimer le coût des travaux de restauration des tourbières, en prenant en compte le prix du foncier en cas d'acquisition des parcelles.

Les résultats des recherches de Lise Pinault et de l'équipe menée par Daniel Gilbert depuis de nombreuses années constituent un socle de connaissances sur lequel pourront s'appuyer les décideurs pour savoir où agir et pour connaître le coût d'une intervention selon les sites. La carte des tourbières de France en est un élément fondamental. Financée par le WWF, la publication d'un ouvrage de référence, *L'Atlas des tourbières de France*, est attendue pour le printemps 2026.

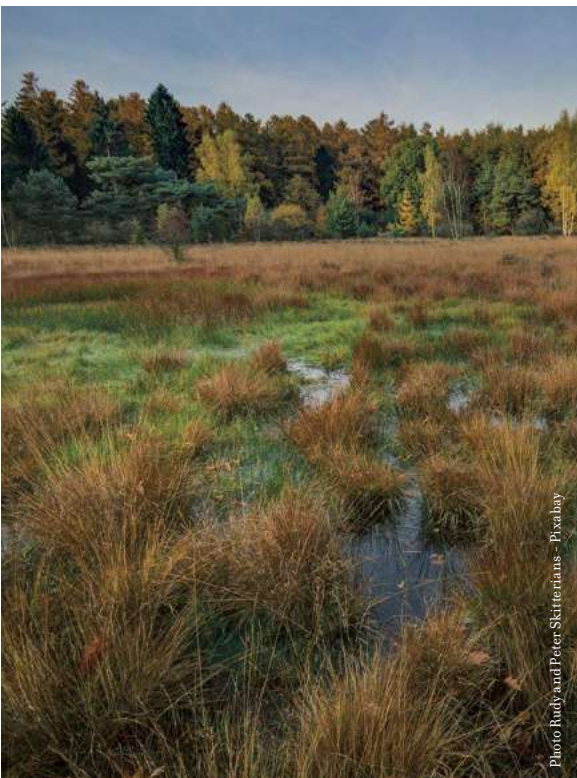


Photo Rudy and Peter Skitterians - Pixabay



Dans cet ouvrage, Edward Mitchell et les membres du laboratoire de biodiversité du sol livrent une connaissance importante à la protistologie. Cette branche de la zoologie est celle de l'observation et de la caractérisation des amibes, parasites, algues et autres organismes de taille microscopique. Fruit de vingt années de recherches, l'ouvrage décrit la centaine d'espèces composant l'une des principales familles d'amibes à thèque, qui, comme tous les micro-organismes, présentent un intérêt majeur pour le fonctionnement des écosystèmes et pour la biodiversité, et gagnent à être mieux connus par la science.

Kosakyan A., Meisterfeld R., Lara E., Duckert C., Mitchell E.,
A taxonomic monograph of hyalospheniid testate amoebae,
Éditions Alphil, 2025.

MÉTHODE IMPARABLE POUR DÉTECTION DE TOURBE

En Suisse, les tourbières sont protégées et leur exploitation interdite depuis 1987. Mais l'importation de tourbe y est toujours autorisée, essentiellement pour les besoins de l'horticulture et de la culture maraîchère.

Le Parlement suisse entend mettre fin à cette contradiction grâce à une nouvelle loi, que la mise au point de procédés de contrôle pourra rendre pleinement effective. Mais comment juger de la teneur éventuelle en tourbe d'un sac de terreau ? Au laboratoire de biodiversité du sol qu'il dirige à l'université de Neuchâtel, Edward Mitchell a misé avec succès sur les amibes pour répondre à cette question. Le travail, mené en binôme avec la doctorante Camille Vögeli et en collaboration avec l'Institut fédéral de métrologie (METAS), a abouti à la mise au point d'une méthode fiable et simple d'utilisation pour détecter de la tourbe dans les substrats terreux.

Les amibes sont des micro-organismes dont Edward Mitchell étudie les différentes espèces depuis trente ans, et dont il est l'un des rares spécialistes mondiaux. Certaines amibes sont spécifiques aux tourbières. Conservées intactes dans la tourbe pendant des milliers d'années, elles sont aujourd'hui utilisées en routine pour l'étude paléo-environnementale du milieu. Et parce qu'elles se reproduisent plusieurs fois par an et évoluent donc rapidement, elles sont des indicateurs de choix pour repérer des modifications dans l'écosystème, bien avant que ces changements ne soient visibles dans la végétation. Recourir aux amibes dans un but de protection des tourbières est une orientation inattendue – et appréciable – pour Edward Mitchell, qui explique : « Deux espèces se montrent particulièrement abondantes dans les sacs de terreau. Elles sont très résistantes grâce à leur coquille formée de plusieurs couches de protéines, et présentent également l'avantage d'être facilement reconnaissables ». Ces amibes à coquille, ou thèque, ont donc été choisies pour entraîner le modèle d'apprentissage automatique (*Machine Learning*) qui permettra de les identifier à coup sûr. Lors des contrôles, des milliers de photos d'échantillons de terre pourront être traitées en quelques minutes seulement grâce à ce système d'aide à la décision facile à mettre en œuvre, même par des non-spécialistes, et d'une fiabilité éprouvée.

« La mise en culture
des sols tourbeux
représente une
perte d'un mètre
de tourbe en
trois décennies.
Il faut un millier
d'années pour le
reconstituer ! »

PRISES DE CONSCIENCE

La présence de telle amibe ou de telle autre suit les variations du terrain et témoigne des différentes caractéristiques physico-chimiques de la tourbe. Il est ainsi possible d'en déduire l'état de santé ou le fonctionnement de l'écosystème, et en particulier de mesurer les flux de gaz qui s'en échappent. En Suisse, 90 % des tourbières ont été drainées pour être transformées en terres cultivables. Ces surfaces sont responsables de la part la plus importante des émissions de CO₂ imputées aux sols agricoles. L'exploitation des tourbières et leur raréfaction représentent une menace non seulement pour l'atmosphère, mais aussi pour la biodiversité et la qualité des eaux souterraines. « La mise en culture des sols tourbeux représente une perte d'un mètre de tourbe en trois décennies, alors qu'il faut un millier d'années pour reconstituer ce mètre ! Pour que les tourbières puissent continuer un tant soit peu à remplir leurs missions, il convient de protéger ce qu'il en reste et de restaurer ce qui peut l'être. »

Cela signifie remonter les niveaux d'eau des anciennes tourbières pour qu'elles cessent d'émettre du CO₂, grâce à un sol à nouveau privé d'oxygène. Une telle opération interroge sur le devenir des cultures, et sur la présence de polluants résiduels pour les sols. Elle fait envisager de transformer, ironie de l'histoire, les réseaux de drainage en systèmes d'irrigation. Sa faisabilité et

« La gestion des milieux naturels, qui se focalisait sur la protection de quelques espèces, s'élargit désormais à l'ensemble d'un socio-écosystème »



Photo Amélie Meyer - Pixabay

³ En amont des rivières, les têtes de bassin versant incluent les sources, les écoulements, les ruisseaux temporaires ou permanents, et les zones qui les alimentent.

sa viabilité économique sont également questionnées. L'ensemble de ces problématiques demande à être considéré avec les différentes parties prenantes. Spécialistes de l'agriculture, des eaux souterraines, de la biodiversité et du cycle du carbone, de l'économie et du droit, décideurs, agriculteurs, membres d'associations, tous les acteurs concernés par ce sujet aux enjeux majeurs sont ainsi réunis dans un projet ambitieux, piloté en Suisse par Edward Mitchell dans le cadre du Programme national de recherche (PNR) « Biodiversité et services écosystémiques », et qui vient de démarrer pour quatre ans.

« Nous vivons un moment charnière, à la fois de crise et d'opportunité. Ce qui est sûr, c'est que si nous ne faisons rien, il ne subsistera plus de sols tourbeux à cultiver dans nos montagnes et nos plaines dans vingt ans. » Le scientifique souligne l'importance de la donnée locale pour rendre les recherches et les expériences plus concrètes aux yeux de partenaires qu'il juge volontaires, ouverts à la discussion, et désireux d'innover. Un point de départ favorable à la co-construction d'une démarche certes difficile, mais nécessaire.

CONNEXIONS SOUTERRAINES DANS LES ALPES

Entre autres rôles bénéfiques, les tourbières assurent un rôle de régulation des crues et des sécheresses. C'est pour tenter d'expliquer les processus à l'œuvre et estimer les flux en jeu que des chercheurs du Centre d'hydrogéologie et de géothermie (CHYN) de l'université de Neuchâtel et de l'association Réserves naturelles de France (RNF) étudient la connectivité des tourbières avec les réseaux d'eau souterraine. Les premiers travaux qu'ils ont entrepris dans les Pyrénées concernent également les lacs et les sources, eux aussi susceptibles d'être dépendants des activités souterraines de l'eau.

Dans le projet européen Waterwise, qui réunit des données climatiques, hydrologiques et de biodiversité, et intègre des aspects socio-économiques, ils transfèrent leur méthodologie à de nouveaux sites d'exploration, notamment les têtes de bassins versants³ alpins. Pilote du projet, Clément Roques est hydrogéologue au CHYN ; Florent Taberlet, son coordinateur pour la France, est responsable des programmes à RNF. Leur travail passe lui aussi par des inventaires des milieux humides, pour tous les aspects que concerne Waterwise. Les bases de données ainsi constituées alimentent un modèle mis au point au CHYN. « Cette approche à la fois naturaliste et numérique fournit des outils aux gestionnaires pour travailler sur leur propre terrain », expliquent les chercheurs. Il est prévu qu'une plateforme logicielle donne aux différents acteurs de la gestion de l'eau la possibilité de se former à ces nouveaux dispositifs. Plusieurs sites sont actuellement investis pour servir de test : il s'agit d'étudier comment les gestionnaires s'approprient les résultats de la recherche et les boîtes à outils.

La démarche développée dans Waterwise intervient dans un contexte en pleine mutation. « On assiste actuellement à deux grands mouvements, explique Clément Roques. La gestion des milieux naturels, qui se focalisait sur la protection de quelques espèces animales ou végétales, s'élargit désormais à l'ensemble d'un socio-écosystème. C'est par exemple s'attacher à maintenir une tourbière en bon état de fonctionnement. » Et sans surprise, la question de l'adaptation de ces systèmes au changement climatique est aujourd'hui également prioritaire.

Le projet Naturadapt, développé par RNF entre 2018 et 2023, a donné lieu à une méthodologie mise en œuvre dans les réserves naturelles pour favoriser leur résilience. « Les outils proposés par Waterwise permettront d'aller plus loin sur la problématique de la vulnérabilité de la ressource en eau, qui a aussi à voir avec la conservation de certains milieux humides, dont il est important qu'on valorise l'existence », estime Florent Taberlet. Les données

« Le biofilm est le mode de vie microbien le plus abondant sur Terre. C'est une véritable ville, extrêmement organisée, dans laquelle les espèces s'adaptent les unes aux autres »

fournies par les milieux humides en surface sont un reflet des nappes souterraines. L'intermittence d'une source, par exemple, révèle une variation de la nappe. Dans les constats qu'ils ont pu établir à partir de leurs observations, les chercheurs montrent, entre autres, que la connectivité des tourbières avec leur bassin hydrogéologique se réduit, et que leur alimentation régresse sur certaines périodes de l'année.

Les têtes de bassins versants d'altitude présentent des spécificités qui forcent l'intérêt des chercheurs. « Elles subissent plus fortement qu'ailleurs les effets du changement climatique, abritent des espèces endémiques plutôt en régression, et présentent une complexité géologique qui est un défi supplémentaire pour la connaissance. Elles ont un besoin plus fort qu'en plaine de voir s'organiser la gestion de leurs ressources en eau », résumait Clément Roques et Florent Taberlet. Autant de raisons qui incitent à fournir des outils à ces territoires en particulier.

PYRÉNÉES : UNE VIE SUBAQUATIQUE INSOUÇONNÉE

La chaîne des Pyrénées abrite plus de 2500 lacs au cœur de paysages enchanteurs. Mais leurs eaux bleues et cristallines tournent au vert pour nombre d'entre eux. Ce constat récent, qui va en s'aggravant, s'explique par la combinaison de plusieurs facteurs : la pollution chimique provenant des pesticides et polluants volatils ou d'origine vétérinaire, la charge nutritive apportée par le bétail, azote et phosphore en tête, l'accroissement des températures et la présence de poissons. Car les lacs d'altitude sont naturellement dépourvus de poissons ! Si les bergers du Moyen Âge avaient introduit quelques spécimens dans certains d'entre eux pour assurer leur subsistance, aujourd'hui c'est par tonnes qu'on envoie les poissons coloniser les lacs pyrénéens pour les besoins du tourisme de pêche. Se produisent alors des réactions en chaîne : la présence des poissons signifie le déclin de nombreux organismes, un recul qui laisse toute latitude au développement des cyanobactéries, responsables de la production de toxines potentiellement mortelles pour

les animaux, hommes compris, et dont la prolifération est encore favorisée par l'augmentation des températures. Des phénomènes de cause à effet ici esquissés grossièrement mais en réalité très complexes, révélateurs de l'équilibre de tout un socio-écosystème, et aussi de sa fragilité.

Dans les recherches qu'il mène en écologie de la santé au laboratoire Chrono-environnement, croisant les informations sur la santé des lacs et celle des animaux, le biologiste Hugo Sentenac s'intéresse tout particulièrement au biofilm qui recouvre le fond des plans d'eau, et qui, en l'absence de végétation comme c'est le cas à haute altitude, forme la base de tout le réseau trophique aquatique. « Un biofilm est composé d'êtres vivants encapsulés dans un gel protecteur, et se développe à différentes interfaces, par exemple entre un solide et l'eau ou l'air. C'est le mode de vie microbien le plus abondant sur Terre », explique le biologiste. C'est cette matière un peu gluante qui fait glisser les promeneurs sur les rochers, ou encore qui, présente sur leur peau, protège les batraciens des agressions extérieures. Un biofilm développé en milieu naturel est l'œuvre de microbes et de

mini-végétaux. « C'est une véritable ville, extrêmement organisée, dans laquelle les espèces s'adaptent les unes aux autres et peuvent parfois coopérer, grâce à la stabilité temporelle et environnementale du gel protecteur. » Au fond des lacs, le biofilm est responsable d'une part importante de la « production primaire », dont les éléments constituent la base de la chaîne



Crédit photo Marie Coulot

SE RÉUNIR À CLUNY POUR PARTAGER L'EAU

Comment envisager le partage de l'eau lorsque les ressources sont contraintes par le changement climatique ? La Communauté de communes du Clunisois, au sud de la Bourgogne (71), entend construire des réponses à cette question par une approche solidaire.



Contacts :

Laboratoire Chrono-environnement
UMLP / CNRS
Éric Lucot
Tél. +33 (0)3 81 66 57 82
eric.lucot@umlp.fr

Daniel Gilbert / Lise Pinault
Tél. +33 (0)7 61 46 89 20
daniel.gilbert@umlp.fr
lise.pinault@umlp.fr

Hugo Sentenac
Tél. +33 (0)6 37 07 68 72
hugo.sentenac@umlp.fr

Laboratoire de biodiversité du sol
Université de Neuchâtel
Edward Mitchell
Tél. +41 (0)32 718 23 45
edward.mitchell@unine.ch

Centre d'hydrogéologie et de géothermie – CHYN
Université de Neuchâtel
Clément Roques
Tel. +41 (0)32 718 26 49
clement.roques@unine.ch

Réserves naturelles de France – RNF
Florent Taberlet
Tél. +33 (0)6 22 33 63 42
florent.taberlet@rnf.fr

Laboratoire ThéMA
UMLP / UBE / CNRS
Alexandre Moine
Tél. +33 (0)3 81 66 54 96
alexandre.moine@umlp.fr

Au laboratoire ThéMA de l'UMLP, le géographe Alexandre Moine intervient dans le cadre de ce projet intercommunal pour mettre en œuvre une méthode d'analyse agrégeant les diagnostics, les attendus et les difficultés, dans une vision socio-écosystémique du territoire qui a déjà fait ses preuves dans d'autres contextes.

La région de Cluny est arrosée par la Grosne, un affluent majeur de la Saône. Mais les sources parcourant son bassin sont taries ou de mauvaise qualité, obligeant à renoncer à un approvisionnement local en eau. Pour envisager de nouvelles façons de maîtriser la gestion de l'eau en circuit court, le premier des bilans réalisés dans l'étude est celui du parcours de l'eau de pluie. Les rivières et les étangs, et de façon globale l'eau bleue, n'en constituent qu'une étape : 63 % de l'eau du Clunisois est stockée sous forme d'eau verte par les végétaux. L'eau utilisée pour les activités humaines correspond à l'eau grise, transformée en eau blanche après traite-

ment. « Les niveaux des quatre eaux sont pris en compte en lien avec les éléments qui interfèrent dans leur écoulement, comme les moulins, les barrages, les tuyaux ou encore les étendues à usage de loisir », explique Alexandre Moine. Les habitudes et choix des acteurs concernés sont ensuite questionnés : veut-on abandonner des canaux, construire des piscines, continuer à arroser le champ de course ? Ces différentes données sont partie prenante des cinq dimensions du territoire, mettant en valeur les liens qui révèlent sa structure.

« Il s'agit de représenter toute la complexité de la question de l'eau et pas seulement ses usages », souligne le géographe, dont l'approche systémique s'accompagne dans cette étude de la prise en compte de son métabolisme.

La visualisation sur des cartes permet de prendre davantage conscience des réalités et des enjeux, et donne des clés aux acteurs de l'eau pour considérer leurs choix d'une manière inédite.

alimentaire et la source de nutriments essentiels tels que les acides gras polyinsaturés. Il recycle les nutriments, absorbe les polluants, empêche l'érosion. Autant d'actions majeures et bénéfiques qui cependant peuvent être perdues, ou devenir contreproductives, si la composition du biofilm change radicalement. C'est le cas lorsque les cyanobactéries deviennent trop abondantes : les travaux d'Hugo Sentenac ont démontré qu'elles prolifèrent de plus en plus dans les biofilms au fond des lacs pyrénéens, où elles peuvent aussi être capables de produire des toxines.

Ce phénomène s'accompagne d'un déclin de la biodiversité de cette « gigantesque forteresse naturelle » que représente le biofilm pour ses habitants. Les populations de diatomées qu'il abrite, moins tolérantes aux changements environnementaux que les cyanobactéries, sont notamment menacées. Ni végétaux, ni animaux, ni champignons, ces micro-organismes unicellulaires sont des protistes. Les diatomées, qui produisent dans les océans encore plus d'oxygène que les arbres à l'échelle globale, sont riches en oméga 3, dont l'importance pour le système nerveux et le système immunitaire des animaux est avéré. Une composition plus faible en diatomées signifie-t-elle une perte des qualités nutritionnelles du biofilm pour les insectes et amphibiens qui s'en nourrissent ? Cette question est au cœur des recherches d'Hugo Sentenac, qui souhaite en mesurer l'impact potentiel sur la chaîne alimentaire prévalant dans les écosystèmes aquatiques et terrestres pyrénéens.



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}

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
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
Suivez-nous sur LinkedIn :
company/journal-en-direct

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.