UPVD RECHERCHE

Université de Perpignan #14 - Mars 2020

UNIVERSITÉ PERPIGNAN VIA DOMITIA

2 Ecoles Universitaires de Recherche à l'UPVD : TULIP et TESS

Sommaire

LES ECOLES UNIVERSITAIRES DE RECHERCHE (EUR)

4 Présentation
5 L'EUR TESS
6 L'EUR TULIP

DISTINCTION

8 Julio Sáez Vásquez du LGDP primé par la NASA

RENCONTRE : LES DOCTORANTS DE L'UPVD

10 UPVDoc, l'association des doctorants de l'UPVD
11 Doctorat et handicap : rencontre avec Maxime Couderc et Inoë Malinge

ZOOM : LA RECHERCHE À L'UPVD

14 CEFREM
18 CDED
20 CRIOBE
22 LAMPS
24 LEPSA
26 CRESEM
28 IMAGES Espace Dev
30 MRM
32 IHPE
34 ART-Dev
36 LGDP
38 HNHP
40 DALI-LIRMM
42 BAE-LBBM
44 PROMES
46 LES UNITES DE RECHERCHE

Directeur de publication : Xavier Py, Président de l'UPVD
Rédaction / création / diffusion : Communication & culture UPVD
Impression : Imprimerie du Mas - Cabestany
Photo de couverture © Unsplash - Ivan Bandura

Université de Perpignan Via Domitia
52 avenue Paul Alduy
66 860 Perpignan Cedex 9
33 (0)4 68 66 20 00
www.univ-perp.fr

Editorial

David GIBAND
Vice-Président Recherche de l'UPVD

Ce hors-série recherche paraît sous un format inédit, enrichi de nouvelles rubriques. Parmi celles-ci, vous trouverez des portraits de chercheur-es, jeunes et confirmé-e-s et, plus inédit, ceux de collègues valides et handicapé-e-s. Nous avons, en effet, choisi d'incarner nos recherches par celles et ceux qui la font au quotidien à l'UPVD, qu'ils soient chercheurs/enseignants-chercheurs, doctorants, ingénieurs ou techniciens, y compris les collègues de nos UMR, UPR et équipes rattachées à d'autres tutelles (CNRS, UM) et ceux souffrant d'un handicap. Car la recherche, bien qu'elle reste une aventure collective exigeante, n'en est pas moins, avant tout, une affaire de passions et de motivations individuelles. Vous lirez ainsi avec plaisir les parcours de Julio Sáez-Vásquez, de Maxime Couderc et d'Inoë Malinge qui donnent à voir l'incroyable diversité et richesse des parcours des uns et des autres. À des degrés divers, pour ces trois collègues, la passion, l'exigence et l'appui de collectifs ont permis de belles réussites.

Vous lirez également la place importante qu'occupent nos doctorants. Acteurs à part entière de la recherche, les doctorants sont organisés au sein d'une association, UPVDoc, élément indispensable de cohésion, de visibilité et d'interface au sein de notre communauté universitaire.

Nous avons également choisi dans ce numéro d'évoquer l'évolution de nos pratiques de recherche au travers de la mise en œuvre des EUR. Les EUR (*Graduate schools of research*) visent à renforcer le chaînon stratégique master / doctorat mais sont aussi un lieu propice à l'excellence scientifique et à l'innovation pédagogique. Deux EUR seront bientôt présentes sur notre campus : l'EUR TULIP (à l'interface entre la biologie fonctionnelle et l'écologie) et l'EUR TESS (les sciences du système Terre-Univers-Environnement). Riches en innovations (pédagogiques, scientifiques, organisationnelles), ces deux EUR, partagées avec nos partenaires de Toulouse, seront aussi des espaces de formation de futures générations de chercheur-e-s et d'enseignant-e-s chercheur-e-s formé-e-s à l'interdisciplinarité, rejoignant en cela un des objectifs de notre politique d'établissement : favoriser une recherche exigeante, ouverte, innovante et inscrite au quotidien dans l'interdisciplinarité.

> « Nous avons choisi d'incarner nos recherches par celles et ceux qui la font au quotidien à l'UPVD (...) car la recherche, bien qu'elle reste une aventure collective exigeante, n'en est pas moins, avant tout, une affaire de passions et de motivations individuelles. »

Vous retrouverez, bien entendu, dans ce hors-série recherche les pages dédiées aux travaux des laboratoires rappelant le positionnement de l'UPVD sur les thématiques liées à l'environnement et aux énergies mais aussi d'autres recherches tout aussi importantes et passionnantes dans des champs divers et souvent de niche.

Sans surprise, le lecteur trouvera des informations sur des recherches conduites au plus près des questions sociétales d'actualité : tempêtes et dérèglements climatiques, sécurité physique des aliments, objets connectés, vertus des abeilles mellifères.

Au nom de la communauté scientifique de l'UPVD, je vous souhaite une bonne lecture.

Les Ecoles Universitaires de Recherche (EUR)

Les Ecoles Universitaires de Recherche, sur le modèle des *Graduate Schools*, rassemblent des formations de master et de doctorat ainsi que des laboratoires de recherche afin d'attirer des étudiants français et internationaux brillants et de renforcer les échanges entre chercheurs, enseignants-chercheurs de diverses disciplines et divers pays.

Les Ecoles Universitaires de Recherche permettent de financer en France le modèle reconnu internationalement des *Graduate Schools*. Elles associent les organismes de recherche, comportent une forte dimension internationale et entretiennent, dans la mesure du possible, des liens étroits avec les acteurs économiques.

Les EUR ont pour ambition de :
- lier fortement, et au meilleur niveau, formation et recherche en rassemblant dans une même dynamique d'excellence universités, écoles et organismes
- valoriser les thématiques fortes des établissements et des sites sur l'ensemble du territoire, quelles que soient leur taille et les disciplines concernées
- concourir au rayonnement international et à l'attractivité de la France en construisant des partenariats internationaux stratégiques et en attirant les meilleurs étudiants.

Les EUR retenues sont financées pour une durée de 10 ans maximum.

Les projets ont été évalués par un jury international. 29 ont été retenus en première vague en 2017 et 24 en seconde vague en 2019. Ils portent sur des thématiques diverses telles que la santé publique numérique, l'économie et les sciences sociales, l'innovation physique et l'ingénierie, les neurosciences de la douleur, le management durable de l'eau, la science marine, l'humanité et le transfert culturel, l'archéologie, l'ingénierie biomédicale, la cybersécurité, la nano-optique, l'énergie solaire, la chimie ou encore le sport.

© Unsplash - Trustru Katsande

« L'action Ecoles Universitaires de Recherche du troisième Programme d'Investissements d'Avenir a pour ambition d'offrir à chaque site universitaire la possibilité de renforcer l'impact et l'attractivité internationale de sa recherche et de ses formations dans un ou plusieurs domaine(s) scientifique(s), par la création d'une ou plusieurs école(s) universitaire(s) de recherche qui rassembleront des formations de master et de doctorat ainsi qu'un ou plusieurs laboratoires de recherche de haut niveau. »

Communiqué de Frédérique Vidal, Ministre de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche et de l'Innovation 29.06.2017

L'EUR TESS, terre, univers et environnement

L'Ecole Universitaire de Recherche TESS (*Toulouse Graduate School of Earth and Space Sciences*) a été retenue en seconde vague de l'appel à projet « *Ecoles Universitaires de Recherche* » du Plan d'Investissement d'Avenir (PIA) le 3 en août 2019. Les établissements partenaires sont l'Université Paul Sabatier de Toulouse, l'Université de Perpignan, l'Institut National Polytechnique de Toulouse, l'ISAE, le CNRS, l'IRD, le CNES, Météo France et l'ONERA. Elle a pour champ scientifique, les sciences du système Terre-Univers-Environnement.

L'humanité est aujourd'hui confrontée à un défi sans précédent : gérer intelligemment les ressources nécessaires à la vie quotidienne tout en protégeant l'environnement et en s'adaptant aux changements globaux. Au sein de neuf laboratoires de Toulouse (CECI, CESBIO, CNRM, ECOLAB, GET, IRAP, LA, LEGOS) et de Perpignan (CEFREM), l'EUR TESS a pour ambition de former la prochaine génération de scientifiques qui sera en première ligne face aux changements planétaires. Pour comprendre comment la terre fonctionne, sa place dans l'univers, ils auront à observer, collecter des informations, interpréter les données sur une très large échelle spatiale et temporelle et ce, de manière pluridisciplinaire.

A partir de quatre masters indépendants aujourd'hui, de nouveaux contenus communs seront proposés aux étudiants et une nouvelle spécialisation interdisciplinaire verra alors le jour : « Observation de la Terre et Durabilité planétaire ». La totalité des cours sera dispensée en anglais afin d'attirer les étudiants internationaux.

A terme, TESS a pour objectif de créer un master pluridisciplinaire unique avec un programme innovant basé sur des expériences concrètes liées aux Sciences de la terre et de l'espace, tout en donnant une large place aux problèmes socio-économiques. A l'heure actuelle, aucune formation traitant de cette manière de la durabilité de la planète n'existe en France ou ailleurs dans le monde.

Les axes scientifiques de TESS :
> L'exploration de notre place dans l'univers
> La surveillance et la compréhension de la terre
> La prévision des comportements futurs
> Les défis posés par les ressources naturelles

Avec deux thèmes transversaux :
> Environnement urbain, santé et société
> Bases de données, *data-mining** et intelligence artificielle

© Unsplash - Anders Jilden

*extraction de connaissances à partir de données

L'EUR TULIP, écologie et biologie fonctionnelle

L'Ecole Universitaire de Recherche TULIP (*Vers une théorie unifiée des interactions biotiques : rôle des perturbations environnementales*) a été retenue en seconde vague de l'appel à projet « *Ecoles Universitaires de Recherche* » du Plan d'Investissement d'Avenir (PIA) le 3 en août 2019. Elle est directement liée au LabEx TULIP. Les établissements partenaires sont l'Université de Perpignan, l'Université Paul Sabatier de Toulouse, l'Institut National Polytechnique de Toulouse, le CNRS et l'INRA. Son domaine scientifique se situe à l'interface de la biologie fonctionnelle et de l'écologie.

© Unsplash - Quentin Key

Depuis sa création en 2011, le LabEx TULIP a stimulé l'émergence de projets de recherche de pointe situés à l'interface de l'écologie et de la biologie fonctionnelle, grâce au regroupement de chercheurs et d'enseignants-chercheurs issus de ces deux disciplines. Ce LabEx étudie les mécanismes d'interactions entre les organismes et leur environnement (biotique et abiotique).

L'Ecole Universitaire de Recherche TULIP est l'extension logique de la facette pédagogique du LabEx TULIP. Elle vise à former de nouveaux étudiants aux méthodes et aux concepts permettant d'étudier les interactions, de l'échelle moléculaire à celle des populations et des écosystèmes, au sein des sept laboratoires de TULIP à Perpignan (LGDP, IHPE) et à Toulouse (EDB, GBF, LIPM, LRSV, SETE).

L'EUR TULIP a trois objectifs majeurs :
> former des étudiants par des méthodes de *problem-based learning**
> entraîner les étudiants à réaliser des projets interdisciplinaires
> attirer les meilleurs étudiants à l'international

Une pédagogie innovante sera développée, par une immersion des étudiants au sein de la recherche menée dans les laboratoires de TULIP et par une participation forte des personnels de ces laboratoires. Un nouveau master (M1+M2), entièrement en anglais, à l'interface entre écologie et biologie fonctionnelle sera créé et proposé aux étudiants au niveau national et international.

Ce nouveau master interdisciplinaire aura un lien étroit avec cinq masters disciplinaires de Toulouse et de Perpignan qui proposent des enseignements distincts en écologie et biologie fonctionnelle. L'EUR TULIP permettra alors aux étudiants qui le souhaitent d'être formés à l'interface de ces deux disciplines. Il créera des passerelles entre les masters et avec les licences des universités de Toulouse et de Perpignan.

Des acteurs socio-économiques et des scientifiques venus du monde entier apporteront une contribution importante à la formation des étudiants au cours des deux années de master. La mobilité internationale des étudiants s'en trouvera facilitée grâce à cette mise en réseaux et par l'attribution de bourse.

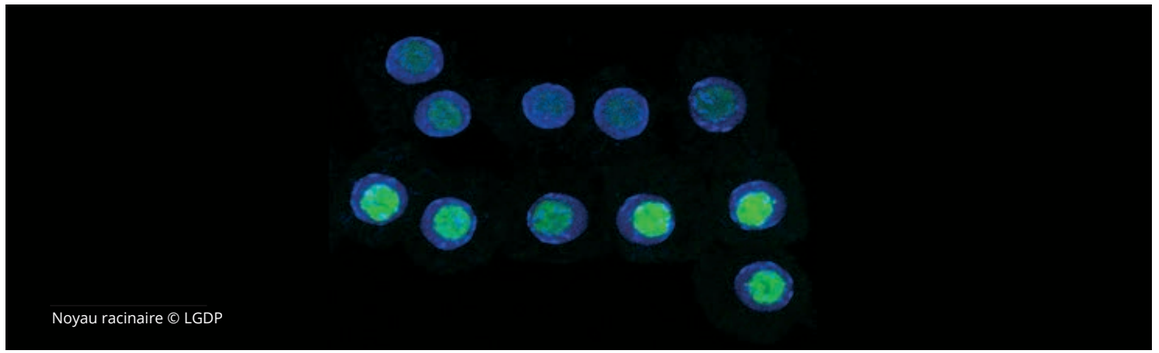
Le doctorat est aussi au cœur de l'EUR TULIP au travers de cofinancements de bourses de thèses, d'aides à la mobilité et de projets de recherche en autonomie. Les chercheurs et enseignants-chercheurs de l'EUR TULIP pourront également bénéficier de financements pour parfaire leur formation interdisciplinaire grâce à des formations de haut niveau en France ou à l'étranger.

Finalement, l'EUR TULIP renforcera la structuration de la recherche et de l'enseignement en Occitanie dans le domaine prioritaire de la biologie des interactions biotiques et de l'adaptation des organismes vivants à leur environnement naturel. En lien direct avec le LabEx TULIP, ce projet favorisera l'attractivité des universités de Toulouse et de Perpignan auprès des meilleurs étudiants et des enseignants-chercheurs et chercheurs les plus renommés.

*apprentissage en équipes, basé sur la résolution de problèmes

« Une approche purement disciplinaire, l'écologie d'un côté et la biologie fonctionnelle de l'autre, ne suffit plus aujourd'hui. Il est nécessaire et urgent de former une nouvelle génération de chercheurs et de citoyens capables d'appréhender des approches interdisciplinaires, de développer des projets en intégrant des concepts et des théories des deux domaines afin de mieux comprendre, prévoir, modéliser les défis qui se présentent à nous tels que le changement climatique. »

Jean-Marc Deragon, Professeur à l'UPVD, coordinateur de l'EUR TULIP, ancien directeur du LGDP de Perpignan



Noyau racinaire © LGDP

Julio Sáez-Vásquez du LGDP primé par la NASA

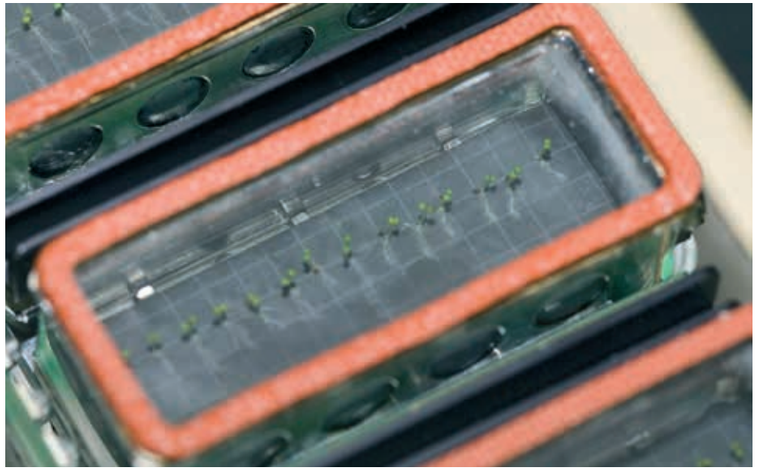
Julio Sáez-Vásquez, directeur de recherche au CNRS, responsable de l'équipe *Nucléole* au sein du LGDP, s'est vu décerner le *NASA Group Achievements Award* pour ses travaux de recherche sur la *Station Spatiale Internationale* (ISS) au sujet de l'impact de l'apesanteur et des conditions de vol dans l'espace sur la croissance et le développement des plantes.

En 2010, l'équipe de recherche dirigée par Julio Sáez-Vásquez a été invitée à participer au programme *Seedling Growth* (SG-2), pour son expertise dans la biologie structurale et fonctionnelle du nucléole chez les plantes. Ce programme, coordonné par F. J. Medina (Espagne) et J. Z. Kiss (USA), implique la participation des équipes d'E. Carnero Diaz (Sorbonne Université) et de J. Sáez-Vásquez. L'objectif est d'étudier l'impact de l'apesanteur et des conditions de vol dans l'espace sur la croissance et le développement des plantes. Ce projet, soutenu par la NASA et l'ESA (*European Space Agency*) a permis l'envoi et la manipulation de plantes dans la *Station Internationale Spatiale* (ISS). Des chambres de culture ont été spécialement conçues à cet effet et ont permis la germination et la croissance des plantules d'*Arabidopsis thaliana* (arabette des dames) dans l'ISS.

L'équipe de Perpignan a essentiellement participé à l'étude de l'expression génique chez des plantes mutantes (pour des gènes impliqués dans la biogenèse des ribosomes) dans des conditions très spécifiques liées à la station ISS, à la lune et à la planète Mars. Les premiers résultats de ce travail collaboratif ont été publiés dans le *Journal of Plant Physiol* 2016 (47) et font l'objet d'autres articles scientifiques en préparation.

Suite à l'ensemble de ces travaux, la NASA a décerné au consortium *Seedling Growth*, le *NASA Group Achievements Award* (*GAA*) 2019. Cette récompense est remise par la NASA à des équipes en reconnaissance à des réalisations de groupe qui entrent dans la cadre de la mission de la NASA.

Plantules d'*Arabidopsis thaliana* dans l'EMCS (*European Modular Cultivation System*). © NASA.
L'UPVD a participé au financement du projet



« A très long terme, le but principal de ce projet est la colonisation de l'espace. Les plantes seront absolument nécessaires à une vie future, elles fourniront de la nourriture fraîche et de l'oxygène. Et il ne faut pas oublier une donnée majeure : la dimension psychologique. Dans un milieu hostile et stressant comme celui de l'espace, les humains ressentent le besoin vital d'être entourés de plantes. »

Julio Sáez-Vásquez

Astronaut Karen Nyberg Works with a Plant Experiment NASA, © NASA

Rencontre avec Julio Sáez-Vásquez

Vous êtes chilien, comment êtes-vous devenu chercheur CNRS au LGDP ?

Au départ, je suis venu en France pour quatre mois et 25 ans après, je suis toujours là ! J'ai fait mes études à l'*Universidad Austral de Chili* (UACH) à Valdivia au sud du Chili. Mon directeur de licence/master m'a proposé d'aller en France grâce à un programme collaboratif avec l'Europe. Comme beaucoup de chiliens, je pensais aller aux Etats-Unis mais un financement de quatre mois pour faire de la recherche était une belle opportunité que je ne voulais pas manquer.

Au début, cela a été un peu compliqué à cause de la barrière de la langue, je ne parlais pas un mot de français ! Mais heureusement, j'ai été très bien accueilli au laboratoire : c'est grâce aux personnes du LGDP que j'ai pu réussir mon intégration en France. A la fin des quatre mois, Michel Delseny, directeur du laboratoire à ce moment-là, m'a proposé de faire une thèse à Perpignan. Là encore, ce n'était pas prévu, je pensais partir aux Etats-Unis pour mon doctorat. Une fois encore, j'ai préféré le LGDP. Je garde un excellent souvenir de mes années de thèse, à part la rédaction du manuscrit et la soutenance : à l'époque, on était obligé de tout faire en français. Cela a été pour moi une épreuve autant scientifique que linguistique ! Heureusement, depuis quelques années, on a la possibilité de soutenir en anglais. Puis, je suis parti faire un post-doctorat avec Craig Pikaard, pendant cinq ans et demi dans le Missouri aux Etats-Unis. J'ai eu une chance inouïe dans ma vie de chercheur : les deux personnes clés qui ont bâti ma carrière sont des scientifiques extraordinaires, deux académiciens. Je leur dois beaucoup. A la fin de la thèse, j'ai dû faire un choix difficile : on me proposait un poste au Chili, la possibilité de rester aux Etats-Unis et retourner en France ! J'ai préféré la France parce c'était un poste de chercheur au CNRS, je pouvais consacrer tout mon temps à la recherche.

« Ce qui me plaît dans la recherche, c'est qu'il y a toujours un défi à relever : une porte se ferme, il y en a une nouvelle qui s'ouvre. Cela oblige continuellement à sortir de sa zone de confort. »

Pourquoi êtes-vous devenu chercheur en biologie ?

Au lycée déjà, j'étais passionné de biologie mais l'élément déclencheur pour la recherche a été la thèse. Si je suis devenu chercheur, c'est parce que je suis curieux et que j'aime relever des défis. Ce qui me plaît dans la recherche, c'est qu'il y a toujours un challenge à relever : une porte se ferme, il y en a une nouvelle qui s'ouvre. Cela oblige continuellement à sortir de sa zone de confort.

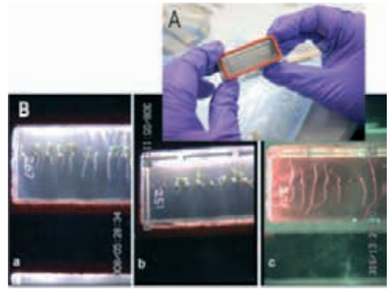


Figure 1: A) Chambre de culture pour la germination des graines et la croissance des plantes dans l'espace, dans l'expérience « *Seedling Growth* ». © NASA, Dominic Hart
B) Plantules d'*Arabidopsis thaliana* cultivées dans l'espace avec a) lumière et gravité (obtenue artificiellement), b) lumière et sans gravité et c) gravité et lumière rouge. © NASA, ESA, et F.J. Médine (CIB-CSIC).

UPVDoc, l'association des doctorants de l'UPVD

UPVDoc, association créée il y a dix ans à l'issue de la première semaine d'intégration des doctorants, regroupe les 400 doctorants de l'UPVD, toutes disciplines confondues. L'objectif principal est de donner de la visibilité à cette grande communauté, notamment à travers le congrès annuel des doctorants de l'UPVD. Elle permet également leur cohésion grâce à l'organisation d'événements (rando scientifiques, conférences grand public, etc.).

Un réseau de doctorants UPVD

UPVDoc est un réseau de doctorants de l'UPVD qui a pour vocation de rompre l'isolement de certains thésards en créant un lien au cours de la thèse et en facilitant les échanges entre les diverses disciplines. Outre les soirées informelles, ils organisent des événements : la soirée d'intégration, le congrès des doctorants, la participation à l'organisation de la remise de diplômes de doctorat avec la Fondation UPVD et la contribution aux diverses manifestations du campus comme *Run my UPVD*.

Mettre les sciences à la portée de tous

UPVDoc organise très régulièrement des conférences-débats à destination du grand public sur le campus du Moulin à vent et dans les Pyrénées-Orientales. Elles rassemblent entre 50 et 100 personnes à chaque fois sur des thématiques très variées : l'alimentation durable, les films et jeux vidéo historiques, l'eau, les start-up et la bioéthique, etc. Les doctorants apprennent ainsi à vulgariser leurs travaux de recherche afin de les rendre accessibles à tous. Les nouveautés 2020 : *Les p'tites rando scientifiques*, les café-conférences et les journées d'étude thématiques.

Une interface avec les écoles doctorales

UPVDoc travaille en étroite collaboration avec les écoles doctorales de l'UPVD. Elle relaie les informations et réalise des enquêtes auprès des doctorants au sujet des formations proposées.

Elle assure la promotion du doctorat

A chacune de leurs interventions extérieures à l'université, les membres d'UPVDoc expliquent ce qu'est un doctorant, son goût pour la recherche, sa vie au quotidien dans un laboratoire, ses perspectives professionnelles.

© Stef Saint E.

Les objectifs d'UPVDoc :

> Mettre les sciences à la portée de tous
> Assurer un réseau de doctorants UPVD
> Jouer un rôle d'interface entre les doctorants et les écoles doctorales
> Assurer la promotion du doctorat

upvdoc.univ-perp.fr
associationupvdoc@gmail.com
https://www.facebook.com/upvdoc
https://twitter.com/upvdoc

Le handicap, un appel à l'innovation

« Le handicap est un appel à l'innovation. Une personne en situation de handicap développe des capacités, des compétences différentes d'une personne sans déficience particulière. Ainsi, un non-voyant possède une acuité auditive et olfactive qu'aucune personne valide n'aura jamais. Les personnes en situation de handicap voient et pensent le monde différemment et c'est une chance pour un laboratoire. Ils abordent la recherche autrement. Dans une équipe de recherche, on a besoin de gens qui cassent les codes, qui inventent l'impensable, qui voient ce que personne n'a encore jamais imaginé. Et ils obligent les autres chercheurs à changer de regard, de mode de pensée pour comprendre et aborder le monde tel que les personnes en situation de handicap le perçoivent et l'imaginent. »

Wolfgang Ludwig, Professeur de l'UPVD, Directeur du CEFREM

© Unsplash - Elevate

Les contrats doctoraux handicap

Le Ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche et de l'Innovation ainsi que le CNRS ouvrent chaque année une campagne « doctorat handicap » en proposant un financement de contrats doctoraux à des étudiants en situation de handicap présentant un projet de thèse. Sélectionnés sur des critères d'excellence scientifique, ces jeunes doctorants et doctorantes bénéficient pendant trois ans d'un financement pour entreprendre leur projet de thèse au sein d'une école doctorale. Le dispositif est ouvert à toutes les disciplines de recherche. Actuellement à l'UPVD, quatre doctorants bénéficient d'un contrat doctoral handicap.

Le Bureau d'Aide aux Etudiants en situation de Handicap (BAEH)

Le BAEH de l'UPVD accompagne de manière individualisée chaque étudiant en situation de handicap fréquentant l'UPVD. Ils sont suivis tout au long de leur parcours universitaire, de la licence au doctorat, jusqu'à leur premier emploi. Pour permettre aux étudiants en situation de handicap de poursuivre leurs études dans les meilleures conditions possibles, l'UPVD a mis en place des aides et aménagements nécessaires tels que des tuteurs prises de note, des imprimantes en braille, des codeurs pour les personnes malentendantes, des temps supplémentaires, etc.

Les contrats doctoraux handicap ont des objectifs multiples :

> Favoriser la poursuite des études
> Augmenter le vivier de personnes handicapées titulaires d'un doctorat et compléter l'offre globale existante
> Encourager et soutenir l'implication des établissements d'enseignement supérieur
> Poursuivre le déploiement de la politique en faveur du handicap au sein de la communauté universitaire.

Maxime Couderc, la passion des maths

Maxime Couderc, doctorant au sein du LAMPS, encadré par Mircea Sofonea, Professeur de l'UPVD, travaille sur l'*Analyse et le contrôle de quelques problèmes aux limites en mécanique du contact*. Grâce à un excellent dossier (major en licence et en master de mathématiques à l'UPVD), il a obtenu un contrat doctoral handicap délivré par le Ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.

© Stef Saint E.

« Enfant, à cause de ma maladie, je n'aurais jamais imaginé arriver en doctorat. Depuis tout petit, la neuropathie non étiquetée dont je suis atteint m'a obligé à réfléchir, penser autrement. Ne pouvant pas utiliser d'ordinateur, j'ai dû tout imaginer, modéliser, calculer dans ma tête. J'ai dû développer des capacités intellectuelles différentes, notamment une très grande imagination et une grosse mémoire. »

Quel est votre parcours ?

Mon parcours est une histoire de rencontres : au collège, un professeur m'a transmis son goût pour les maths, à l'Université de Perpignan, Mme Truffert, directrice de la Faculté des sciences, m'a fait confiance dès le premier jour, en licence de maths, M. Sofonea, ancien directeur du LAMPS, m'a communiqué sa passion pour la recherche. Originaire de Dijon, j'ai choisi de venir à l'Université de Perpignan parce qu'elle avait une dimension humaine que je ne retrouvais pas dans une grosse structure. Les cellules handicap n'existent pas partout. Je me suis très vite intégré.

Sur quoi portent vos travaux de recherche ?

Je travaille sur la mécanique du contact : afin d'optimiser au mieux l'utilisation de certains objets de la vie courante tels que des prothèses médicales, on doit réaliser des modèles mathématiques.

Pourquoi faites-vous de la recherche en mathématiques ?

C'est ma passion pour les mathématiques qui m'a amené à faire de la recherche. Les maths, c'est avant tout un formidable jeu intellectuel. C'est un univers qui n'est pas accessible à tout le monde, il est profond, imaginaire avec un aspect logique, cadré, rationnel. Il y a plein de choses dans notre environnement quotidien qui s'expliquent par les maths. Je n'imagine pas faire autre chose que de la recherche et de l'enseignement en maths. C'est toute ma vie.

Quel regard portez-vous sur votre handicap pour faire de la recherche ?

Malgré un handicap très lourd, si on veut vraiment faire de la recherche, c'est possible. Dans un laboratoire, il n'y a plus les barrières ni les réticences que l'on rencontre à l'école par exemple. Tout est tellement plus simple, plus cosmopolite, plus ouvert. Le handicap n'est plus perçu comme un frein ou un manque mais comme une différence enrichissante, un atout pour appréhender la recherche.

Inoë Malinge, un esprit d'aventure

Inoë Malinge, doctorant au sein du CRESEM, étudie l'*Urbanisme et l'architecture domestique à Uthina (Tunisie) à l'époque romaine*. Il est encadré par Martin Galinier, Professeur de l'UPVD et co-encadré par Samir Guizani, enseignant-chercheur de l'Institut Supérieur des Sciences Sociales de Tunis. Il a un contrat doctoral handicap du Ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.

« Pour moi, être autiste Asperger n'est pas un frein pour la recherche, au contraire : je ne pense pas tout à fait comme tout le monde et je crois que c'est un atout pour la recherche. Un chercheur, c'est avant tout quelqu'un qui imagine l'incroyable. Le regard passionné que je porte sur tout ce qui m'entoure est aussi pour moi une des qualités majeures du chercheur. »

© CRESEM

Quel est votre parcours ?

Catalan d'origine, j'ai passé mon bac au sein du lycée français de Barcelone. J'aime beaucoup la France, je voulais y poursuivre mes études. J'ai choisi l'Université de Perpignan pour faire ma licence et mon master parce qu'elle est à taille humaine et qu'elle propose des parcours en archéologie avec des chantiers de fouilles. Avec mon autisme, j'ai du mal à communiquer avec les autres. Ici, c'est plus petit qu'à Barcelone, c'est plus facile pour s'intégrer, on est plus proche des enseignants-chercheurs.

Sur quoi portent vos travaux de recherche ?

Je travaille sur l'architecture domestique en Tunisie à l'époque romaine. J'ai toujours été passionné d'archéologie. Dès la licence et le master, j'ai demandé à participer à des chantiers de fouilles en France et en Tunisie. En master, j'ai pu étudier une maison à Uthina, cité romaine qui a connu sa période d'apogée à la fin du 1er siècle ap. J.-C. En thèse, j'ai poursuivi ces travaux mais cette fois, sur l'ensemble des bâtiments de la ville.

Pourquoi faites-vous de la recherche ?

Si je n'avais pas pu faire de thèse, je l'aurais regretté toute ma vie. Je suis un passionné curieux de tout, j'aime fouiller et déchiffrer le passé. Mon esprit d'aventure me pousse au-delà de mon autisme, j'aime voyager et découvrir d'autres pays, d'autres cultures. Je dis toujours : « On a des jambes, pas des racines ! » Pour moi, la recherche c'est un mélange de tout ça : curiosité, passion, découverte, aventure.

Quel regard portez-vous sur votre handicap pour faire de la recherche ?

En tant qu'autiste Asperger, j'ai du mal à canaliser mes idées. Martin Galinier m'apporte la rigueur et la méthodologie dont j'ai besoin. Le travail de thèse m'aide à me canaliser et à structurer mes idées de manière scientifique. C'est une discipline intellectuelle. Je parle catalan, espagnol, français et anglais et travailler sur des chantiers de fouilles à l'étranger avec des équipes pluridisciplinaires et multiculturelles m'apprend à aller vers les autres. Par ailleurs, cette grande curiosité, doublée d'une importante mémoire, me permet d'avoir une culture générale très vaste et une passion sans limite pour tout comprendre, tout explorer. Des qualités indispensables, selon moi, pour faire de la recherche.

Laboratoire CEFREM

LA CRUE DU SIÈCLE

Le phénomène pluvieux qui s'est déroulé du 21 au 23 janvier 2020 dans les Pyrénées-Orientales a présenté un caractère exceptionnel puisqu'il est tombé entre 200 et 300 mm de pluie en 24h sur une grosse partie du Roussillon (données Météo France) correspondant à environ 6 mois de pluie. Ces intempéries ont entraîné une forte augmentation du niveau des cours d'eau dont le Tech, la Têt et l'Agly.

Des enseignants-chercheurs du CEFREM ont analysé cette crue du siècle.

Le Tech en crue durant la tempête Gloria

© Wikimedia

François BOURRIN
Maître de conférences
UPVD

La Têt, un fleuve côtier soumis aux aléas météorologiques

Le CEFREM s'intéresse depuis de nombreuses années aux apports de matières par les fleuves côtiers méditerranéens. Ces fleuves ont un régime torrentiel soumis aux aléas météorologiques et jouent un rôle important sur la qualité des écosystèmes côtiers en y transportant eau, sédiments mais aussi matières organiques et contaminants.

La Têt est un des exemples de ces fleuves méditerranéens. Le CEFREM a fait un effort à la fois instrumental et de terrain important depuis 2003 au travers de divers programmes régionaux, nationaux

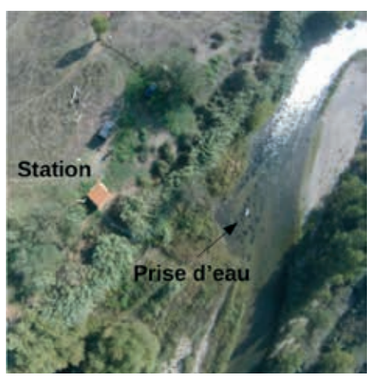


Fig.1 Photo drone de la station et de la prise d'eau © CEFREM

et internationaux afin de quantifier et caractériser ses apports en matières notamment pendant les crues. En effet, l'essentiel de l'apport annuel d'eau et de matière transite du continent à l'océan pendant ces courtes périodes d'une durée de quelques jours. Il est donc primordial de faire des mesures à haute fréquence pendant ces épisodes très brefs. A cet effet, le CEFREM a construit et installé une station de mesure automatisée sur les bords de la Têt à Villelongue-de-la-Salanque (fig. 1). Cette station est composée d'un préleveur réfrigéré automatisé et d'une série d'instruments permettant de mesurer quasiment en temps réel et à haute fréquence la qualité et la quantité des matières en suspension.

Fig.1 Intérieur de la station avec granulomètre laser *in-situ*. © CEFREM

La tempête Gloria

Le phénomène pluvieux qui s'est déroulé du 21 au 23 janvier 2020 dans les Pyrénées-Orientales a présenté un caractère exceptionnel puisqu'il est tombé entre 200 et 300 mm de pluie en 24h sur une grosse partie du Roussillon (données Météo France) correspondant à environ 6 mois de pluie. Ces intempéries ont entraîné une forte augmentation du niveau de trois cours d'eau des Pyrénées-Orientales : le Tech, la Têt et l'Agly. Alors que leur débit d'étiage atteint juste 10 m³/s la plupart de l'année, les fleuves Tech et Agly ont atteint des débits légèrement supérieurs à 1000 m³/s entre les 22 et 24 janvier 2020. Mais les niveaux atteints n'ont pas dépassé les niveaux historiques de novembre 2014 et surtout de mars 2013 sur l'Agly. Par contre, le débit atteint sur le Tech a dépassé le niveau de novembre 1999, mais c'est surtout le fleuve Têt qui a atteint un niveau record qui n'a jamais été mesuré depuis que la station du pont Joffre à Perpignan existe (1970). Le débit maximal a frôlé les 1 300 m³/s le 23 janvier après-midi alors que les dernières crues de 1995 mais surtout celles de 1992 n'avaient pas atteint les 1 000 m³/s (fig. 2).

> « *Les trois fleuves côtiers réunis auraient apporté pas moins de 760 000 t de sédiments à la zone côtière. Cette année 2020 comptera longtemps pour une anomalie de taille dans les séries historiques.* »

Si on considère les flux de sédiments apportés par ces différents fleuves au cours de ce bref épisode injustement qualifié de « cévenol », la Têt aurait apporté

en 8 jours environ 280 000 t de sédiments à la mer soit environ 6 fois la quantité moyenne qu'il apporte en une année entière. Les trois fleuves côtiers réunis auraient apporté pas moins de 760 000 t de sédiments à la zone côtière soit 10 % de la charge solide annuelle du fleuve Rhône considéré comme un des plus gros fleuves méditerranéens avec le Po en Italie. Le Rhône contribuant en moyenne pour 95 % des apports fluviaux annuels au Golfe du Lion , cette année 2020 comptera longtemps pour une anomalie de taille dans les séries historiques.

Dans le cadre du projet DEMEAUX (financé par la Région Occitanie, l'Agence de l'eau RMC et le CD66), un effort instrumental particulier a été mené au niveau de la station historique du CEFREM au bord de la Têt mais également à l'embouchure à Canet-en-Roussillon. L'évaluation du transport solide par les fleuves côtiers a longtemps été limitée aux sédiments fins qui sont les vecteurs des contaminants qui se dispersent au large sur le plateau continental. Par contre, ces fleuves comme la Têt sont susceptibles de transporter de grandes quantités de sable qui alimentent le littoral formant ainsi une protection naturelle contre les assauts de la mer. Les premiers résultats de ce projet montrent que des crues comme celle de janvier 2020 auraient transporté 300 000 t de sable à la frange littorale, soit l'équivalent de 10 années d'apports sableux par les fleuves roussillonnais. Cependant, ce sable apporté ne suffira sans doute pas à limiter l'action inéluctable de la montée du niveau marin dans les Pyrénées-Orientales.

> « *La Têt a atteint un niveau record. Le débit maximal a frôlé les 1 300 m³/s le 23 janvier 2020 après-midi alors que les dernières crues de 1995 mais surtout 1992 n'avaient pas atteint les 1 000 m³/s .* »

Figure 2 : photo du passage à guêt de Villelongue-de-la-Salanque et l'arboretum de Canet prise le 23 janvier 2020 à 12h30. © CEFREM

1 SNO MOOSE (INSU, ALLENVI)
2 Sadaoui et al., 2016

Laboratoire CDED

La protection d'identité par le juge administratif

Le juge administratif, sauf à se transformer en Don Quichote, ne peut pas protéger toutes les identités. Il n'en reste pas moins le protecteur de certaines identités dans le cadre des recours dont il fait l'objet contre l'administration.

Marcel **SOUSSE**
Professeur de droit public
UPVD

L'identité semble être un signe des temps modernes. L'affirmation des identités est omniprésente, qu'elle se présente sous la forme d'une identité politique, religieuse, sexuelle ou communautaire.

Si l'identité est revendiquée de toutes parts, elle n'en reste pas moins délicate à définir. En effet, le concept d'identité se caractérise par son ambiguïté. Le terme désigne ce qui est particulier à une personne, mais s'applique aussi à ce qui est identique et représente la commune spécificité des personnes.

Le juge administratif, sauf à se transformer en Don Quichote, ne peut pas protéger toutes les identités. Il n'en reste pas moins le protecteur de certaines identités dans le cadre des recours dont il fait l'objet contre l'administration. Ainsi, il est amené, tour à tour, à protéger l'identité individuelle et l'identité collective.

> *« Le terme d'identité désigne ce qui est particulier à une personne, mais s'applique aussi à ce qui est identique, et représente la commune spécificité des personnes. »*

Le juge administratif et l'identité individuelle

Le juge administratif protège traditionnellement l'identité individuelle dans le cadre de la protection qu'il assure des droits fondamentaux, lors du contrôle qu'il opère sur l'action de l'administration.

Le domaine de la protection des données personnelles illustre ce renforcement de la protection par le juge administratif de l'identité individuelle. Avec l'avènement du numérique, la protection de l'identité a pris un tournant nouveau. S'il contribue à renforcer la liberté d'expression ou la liberté d'entreprendre, le numérique fragilise le droit à la vie privée, la sûreté et le droit à la sécurité.

Le Conseil d'Etat s'efforce de rechercher un équilibre entre la nécessaire utilisation des données collectées par les différentes administrations et la protection de l'identité des personnes concernées. Tel est le cas en matière de surveillance des communications par les pouvoirs publics en vue de la prévention de la criminalité organisée, du terrorisme et de toute menace contre la sécurité nationale. Les fichiers de police judiciaire ont connu une forte expansion ces dernières années. Le Conseil d'Etat considère que les données des fichiers de renseignements doivent seulement être « pertinentes au regard des finalités poursuivies » (CE, 16 avril 2019, n° 320196, Association *Aides* et autres).

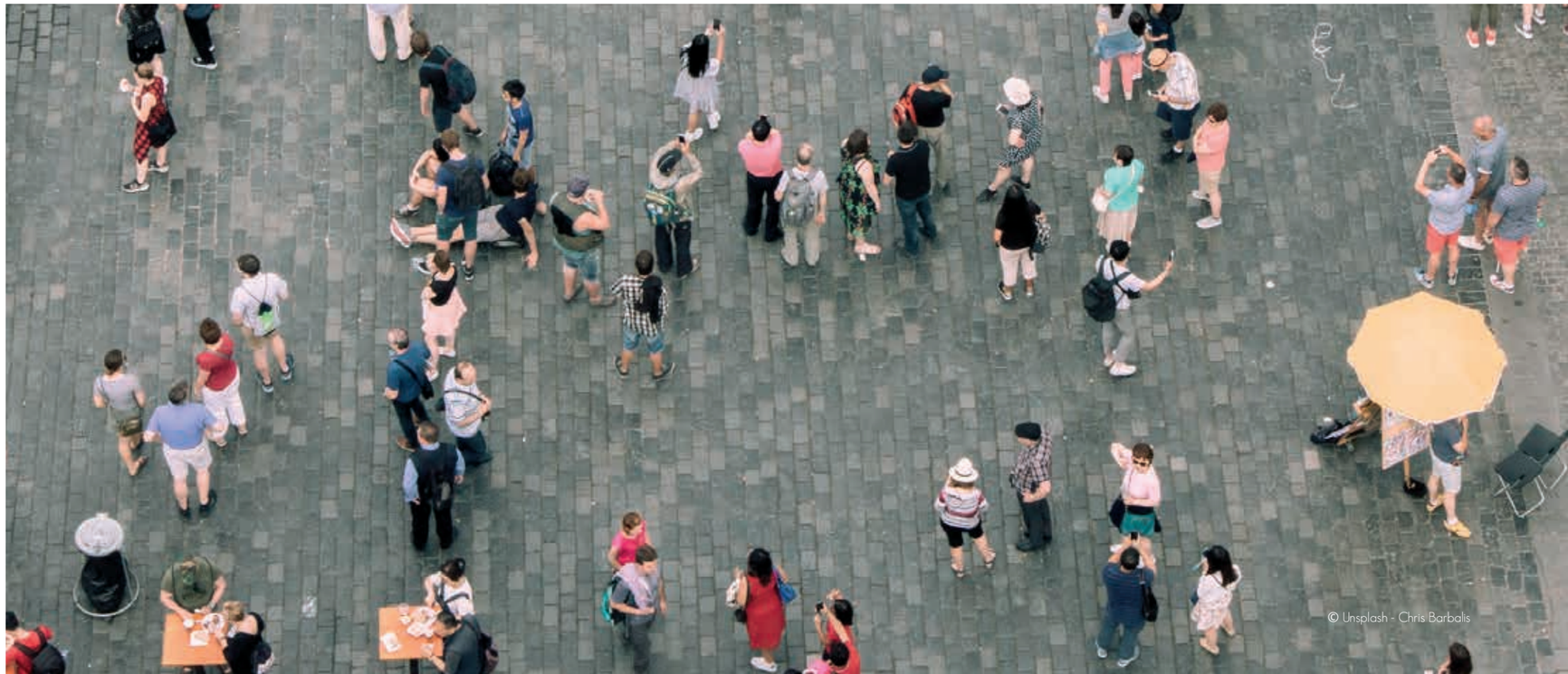
Le juge administratif et l'identité collective

Le juge administratif, en tant qu'il contrôle la manière dont l'individu est traité par l'administration au regard du principe d'égalité, ne peut pas ignorer cette dimension collective de l'identité. On observe cette dimension collective de la protection de l'identité dans la protection que le juge est amené à assurer de l'identité locale.

Pendant longtemps, l'identité locale était perçue comme une menace à l'unité de l'Etat. Aujourd'hui, elle est affirmée par ce même Etat comme l'expression de la décentralisation. Le juge administratif, sensible à cette affirmation croissante de l'identité locale, la protège, notamment, par le contrôle qu'il opère sur les transferts de compétences.

Certaines collectivités territoriales bénéficient de compétences élargies leur permettant de prendre des mesures pour mettre en valeur leur identité locale. Tel est le cas des « collectivités à statut particulier » et des « collectivités d'outre-mer régies par l'article 74 ». C'est dans le cadre de l'exercice de leur pouvoir réglementaire par ces collectivités que le juge administratif va être amené à protéger leur identité dans les limites fixées par la Constitution et le législateur.

Le Conseil d'Etat peut être conduit à juger légales des mesures réglementaires dérogeant aux règles normalement applicables en matière d'élection des ordres professionnels. Ainsi, il considère que le nombre très faible d'architectes exerçant leur activité dans le département de Mayotte justifie la création d'un conseil de l'ordre des architectes commun à La Réunion et à Mayotte, sans que cette mesure soit entachée d'erreurs manifestes d'appréciation ni méconnaisse le principe d'égalité (CE, 25 février 2019, Conseil régional de l'ordre des architectes de la Réunion et de Mayotte).



© Unsplash - Chris Barbalis

Laboratoire CRIOBE

Nemo, victime de sa génétique, est à la merci de son environnement

Le poisson clown se retrouve à la merci d'un habitat dont on sait qu'il se dégrade face au changement climatique et à l'exploitation de l'Homme. La capacité du poisson clown à se maintenir dans les lagons dépendra en grande partie de la nôtre à maintenir la qualité de son habitat.

Benoit PUJOL
Chargé de recherche, CNRS

Serge PLANES
Directeur de recherche CNRS
Directeur LabEx CORAIL

Avec un changement climatique qui transforme nos écosystèmes, la capacité d'adaptation dans un environnement en évolution rapide est essentielle pour la survie de nombreuses espèces dans le monde ; et c'est certainement le cas pour de nombreuses espèces dans les récifs coralliens, comme le poisson clown orange (*Amphiprion percula*) qui a servi de modèle à cette étude de génétique. Les chercheurs du CRIOBE (USR3278 PSL-EHPE-UPVD-CNRS), en collaboration avec des chercheurs d'Australie, des Etats-Unis, d'Arabie Saoudite et du Chili, ont suivi les poissons clowns des lagons de l'île de Kimbe, un *hot spot* de biodiversité situé en Papouasie-Nouvelle-Guinée pendant plus de dix ans. Ils ont ainsi récemment publié une partie importante de ce travail dans la revue *Ecology Letters*. Dans ce travail, les chercheurs du CRIOBE ont été à l'origine de toute l'approche génétique et de la réflexion théorique sur la capacité d'adaptation.

Cette étude de génétique quantitative montre que le succès reproducteur local, garant de la régénération de la population, dépend presque entièrement de l'environnement, et notamment de son anémone. Ainsi, le futur de ce poisson clown - plus connu sous le nom de Nemo à travers le monde - dépendra de notre capacité à préserver son habitat.

La capacité génétique d'une population naturelle à s'adapter, mathématiquement évaluée sur la base des théories fondamentales basées sur la sélection naturelle, n'a été mesurée à ce jour que pour une quinzaine d'espèces terrestres dans le monde. L'originalité de cette étude réside dans le fait que cette question n'avait jusqu'à aujourd'hui jamais été abordée chez le poisson clown, ni aucune autre espèce marine.

« Le futur du poisson clown dépendra de notre capacité à préserver son habitat. »

Pour ce type d'étude, il faut récupérer les données génétiques d'un maximum d'individus et suivre la population sur de longues périodes de temps. De tels suivis sont très rares en milieu naturel, et donc pionniers pour des poissons de récif corallien. Recueillir ce type de données représente déjà un vrai défi scientifique pour des organismes terrestres, imaginez ce que cela représente lorsqu'il est mené sous le niveau de la mer.

© CRIOBE

Nemo n'a pas la capacité génétique de s'adapter à son environnement.

Pendant plus de dix ans de suivi, les données que l'équipe a recueillies en termes d'identifications, de mesures et d'échantillonnages d'ADN ont permis de mener une étude sans précédent dans le milieu sous-marin. Après avoir reconstruit l'arbre généalogique de tous les poissons clowns de l'île de Kimbe, les chercheurs ont réussi à mesurer leur potentiel génétique à évoluer, notamment en lien avec la capacité de renouvellement de la population. Or, il s'avère que ce potentiel est quasiment nul, comme l'atteste sa faible variation génétique, quasiment inexistante !

Finalement, on constate que les caractéristiques de l'anémone, qui constitue la maison du poisson clown, affectent principalement la capacité des poissons clowns à renouveler les effectifs de la population. Avec le changement climatique, ces anémones et l'ensemble des récifs coralliens en général, sont menacés. Pour le poisson clown, ce n'est pas qui il est ou la génétique qu'il a, mais où il est ou l'anémone dans laquelle il vit, qui est important. Avoir une maison en bon état est plus important que de bons gènes. Ainsi, le poisson clown se retrouve à la merci d'un habitat dont on sait qu'il se dégrade face au changement climatique et à l'exploitation de l'Homme. Evoluer génétiquement pour changer et s'adapter à une telle contrainte sera plus que difficile. La capacité du poisson clown à se maintenir dans les lagons dépendra en grande partie de la nôtre à maintenir la qualité de son habitat.

Salles O, Almany G, Berumen M, Jones G, Saenz-Agudelo P, Srinivasan M, Thorrold S, Pujol B, Planes S (2019)
Strong habitat and weak genetic effects shape the lifetime reproductive success in a wild clownfish population
Ecology Letters. 26 November 2019

Poissons clowns (*Amphiprion percula*) sur leur anémone dans le lagon de l'île de Kimbe en Papouasie Nouvelle Guinée. © Simon Thorrold (WHOI)

Laboratoire LAMPS

L'optimisation sous toutes ses formes

Assale ADJE, Florent NACRY, maîtres de conférences UPVD

La mécanique du contact et l'économie sont à l'origine d'une grande variété de thèmes liés à l'optimisation et étudiés par les chercheurs du LAMPS.

© Pixabay - Analogicus

Les abeilles ont résolu le problème du carreau optimal : les alvéoles hexagonales minimisent la quantité de cire (Théorème du nid d'abeille - 1999)

Les origines

Les premières traces écrites de l'optimisation semblent remonter à l'Antiquité avec les fameux *éléments* d'Euclide puis avec Héron d'Alexandrie et son *principe du plus court chemin* en optique. Toutefois, il faut attendre le *calcul différentiel* apparu au milieu du XVII[e] siècle pour une première étude systématique des problèmes de minimisation de quantités. La formulation mathématique du *Brachistochrone* au début du XVIII[e] siècle conduit à la création du *calcul des variations* : la quantité optimale (optimum) recherchée est désormais une trajectoire. Le XIX[e] siècle est marqué par l'intérêt croissant des économistes pour l'optimisation tandis que le XX[e] siècle voit l'émergence de la *programmation linéaire*, de méthodes numériques et le prolongement du calcul des variations à travers l'*analyse variationnelle unilatérale* et le *contrôle optimal*.

De la formulation...

Un problème d'optimisation revient à minimiser une fonction dite *objectif* dont les variables peuvent être soumises à des *contraintes*. Le but est donc de déterminer

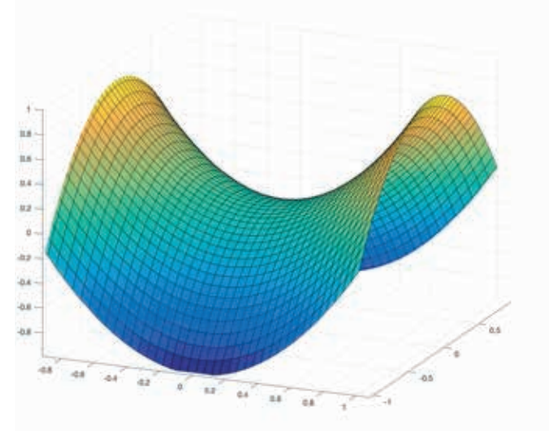
« Nous cherchons à minimiser le temps consacré au transport de matériaux (transport optimal). »

un *ajustement optimal* des variables (qui respectent les contraintes !) conduisant à *la valeur la plus basse possible* pour la fonction objectif. Ces deux ingrédients constituent une *solution d'un problème d'optimisation*.

A titre d'exemples, nous cherchons à optimiser la forme d'un objet afin qu'il réponde à des spécifications (optimisation de formes) ; à minimiser le temps consacré au transport de matériaux (transport optimal) ; à déterminer la meilleure action possible pour conduire un système contrôlé d'un état initial à un état final tout en minimisant un critère une énergie, une perte... (contrôle optimal) ; à trouver le meilleur choix réalisable parmi un nombre fini (mais élevé) de configurations (optimisation combinatoire). L'optimisation mathématique est donc divisée en plusieurs classes selon la nature des variables (une forme, un temps, une commande, un entier), les propriétés de la fonction objectif (discrète ou continue ? linéaire ? lisse ? aléatoire ou déterministe ?) et la géométrie des contraintes (bornée ? convexe ?).

... à la résolution

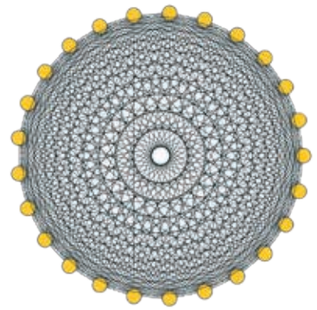
Il convient, d'abord, de vérifier la compatibilité des contraintes puis l'existence de la solution. Le calcul de celle-ci requiert la mise en œuvre d'algorithmes rapides et précis, tenant compte de la classe du problème et des exigences liées au numérique : erreur d'arrondi et stabilité.



Les conditions nécessaires d'optimalité détectent les points selles

En optimisation continue, la liste des minimiseurs potentiels est réduite à l'aide de conditions dites *nécessaires d'optimalité* tandis que des arguments *topologiques* assurent l'existence d'une solution optimale. La description explicite d'un optimum est souvent un problème délicat : par exemple, comment détermineriez-vous la forme optimale permettant de paver un sol avec des carreaux de même surface tout en minimisant la quantité de joint utilisée ?

En optimisation discrète, si le problème est réalisable, la structure finie garantit l'existence d'une solution. L'aspect combinatoire exige des méthodes passant à l'échelle afin de limiter le temps de calcul. Par exemple, le fameux *problème du voyageur de commerce* consiste à extraire un plus court cycle parcourant une unique fois tous les sommets d'un graphe ; avec 25 sommets, la construction de tous les cycles candidats peut dépasser l'âge de l'univers (une microseconde par cycle) !



Dans le graphe complet à 25 sommets, le temps pour construire tous les cycles éligibles pour le problème du voyageur de commerce dépasse l'âge de l'univers.

Au LAMPS

La mécanique du contact et l'économie sont à l'origine d'une grande variété de thèmes liés à l'optimisation et étudiés par les chercheurs de l'équipe MACO du LAMPS : l'analyse variationnelle unilatérale (ensembles et fonctions non-lisses, inéquations variationnelles), le contrôle optimal (hybrides, temps de crise) et la théorie des jeux (convexité tropicale, équilibres de Nash).

L'optimisation apparaît également comme un outil pour résoudre des problèmes d'informatique théorique pour l'équipe VENUS du LAMPS : la programmation linéaire en nombres entiers pour l'étude de la précision numérique et la vérification de réseau de neurones ; l'optimisation semi-définie et la théorie des jeux pour la vérification de systèmes en temps discret.

Laboratoire LEPSA

TOR à la conquête des ribosomes

Il a longtemps été suggéré l'existence d'une relation en forme de U inversé entre le volume d'entraînement et les gains de masse et de force musculaire. Aujourd'hui, des travaux semblent indiquer que le volume d'entraînement et les adaptations auraient plutôt tendance à être proportionnels.

Robert SOLSONA
Étudiant Master STAPS
UPVD

Anthony MJ SANCHEZ
Maître de conférences
UPVD

L'entraînement constitue un puissant modulateur des voies de signalisation cellulaires, ce qui permet d'augmenter le nombre de constituants de nos cellules et d'en améliorer le fonctionnement. L'entraînement en endurance induit préférentiellement une amélioration du potentiel énergétique permettant notamment une meilleure endurance musculaire. L'entraînement en musculation provoque des adaptations telles qu'une augmentation de la masse musculaire (hypertrophie) et des propriétés contractiles du muscle permettant des gains de force[1].

Les adaptations musculaires sont multifactorielles. Elles dépendent de l'intensité de l'exercice, du volume, de la fréquence d'entraînement, du statut nutritionnel, de la récupération, de facteurs génétiques et épigénétiques et des conditions environnementales. Cependant, nous répondons tous différemment à l'entraînement et certaines personnes s'adaptent plus difficilement au stress généré par l'exercice. Cette différence de réponse se manifeste particulièrement pour l'entraînement en force et une attention particulière a récemment été portée au facteur « volume ». Il a longtemps été suggéré l'existence d'une relation en forme de U inversé entre le volume d'entraînement et les gains de masse et de force musculaire. Aujourd'hui, des travaux semblent indiquer que le volume d'entraînement et les adaptations auraient plutôt tendance à être proportionnels[2-3].

Au niveau cellulaire, les flux de synthèse protéique sont en partie régulés par la voie de la protéine kinase MTOR (également appelée « TOR »). Une augmentation de son activité entraîne une hypertrophie *via* une augmentation de l'activité des ribosomes (*i.e.* organites cellulaires responsables de la traduction des ARN messagers en protéines). En réponse à l'entraînement en force, les ribosomes synthétisent des protéines composant les sarcomères, nos unités contractiles. TOR a un rôle clé dans ce processus en phosphorylant* différentes protéines ribosomales dont S6K1 et 4EBP1. En plus de cette cascade signalétique, des travaux récents ont mis en évidence que la capacité de traduction des ribosomes était un facteur essentiel pour les adaptations en musculation. Ainsi, les athlètes qui répondent moins aux séances de musculation, mais également certaines personnes en situation pathologique, présentent une faible densité ribosomale. Au contraire, ceux qui s'adaptent le mieux présentent un taux de ribosomes élevé[2-3].

© PixHere

Récemment, des travaux ont comparé des séances de musculation réalisées à différents volumes pendant 12 semaines. Les athlètes s'entraînaient plusieurs fois par semaine avec des exercices sur l'ensemble du corps. Cependant, une condition différente était imposée selon la jambe : une seule série pour une jambe et trois séries avec un volume par conséquent plus élevé pour l'autre membre. Les analyses ont rapporté qu'un volume d'entraînement plus important induisait des gains de force plus élevés. L'hypertrophie était également plus marquée lorsque l'on privilégiait le volume. De plus, une transition phénotypique** des fibres intermédiaires vers les rapides était plus prononcée. Le taux de phosphorylation des cibles de TOR augmentait au cours du protocole avec un effet plus important lorsque le volume était élevé. Le résultat le plus marquant était que les niveaux d'ARNs totaux et ribosomaux*** augmentaient davantage dans cette condition[2-3]. Il s'agit là des premiers travaux qui montrent qu'un volume modéré d'entraînement en musculation induit davantage d'adaptations qu'un entraînement à faible volume. Ainsi, l'hypertrophie, les gains de force, les changements phénotypiques et la biogenèse ribosomale sont dépendants du volume d'entraînement. Ces résultats ont des répercussions directes dans le domaine de l'entraînement et du réentraînement. Il peut être recommandé de privilégier le volume à l'intensité en particulier chez des personnes répondant difficilement aux séances de force. De cette manière, TOR activera plus de ribosomes.

« Ainsi, l'hypertrophie, les gains de force, les changements phénotypiques et la biogenèse ribosomale sont dépendants du volume d'entraînement. »

Adrien Fresquet (athlète de haut-niveau en ski alpin, STAPS Font-Romeu). *« En période de reprise, je privilégie le volume à l'intensité. En plus des gains de masse musculaire, cela me permet de développer mon endurance. »* © DR

© Thor - Flickr - xploitme

(1) Sanchez AMJ et al. (2019). *Recent Data on Cellular Component Turnover: Focus on Adaptations to Physical Exercise.* Cells. 8: 542. doi: 10.3390/cells8060542.
(2) Hammarström D *et al.* (2020). *Benefits of higher resistance-training volume are related to ribosome biogenesis.* J Physiol. *In press.* doi: 10.1113/JP278455.
(3) Solsona R, Sanchez AMJ (2020). *Ribosome biogenesis and resistance training volume in human skeletal muscle.* J Physiol. In press. doi: 10.1113/JP279490.

* l'ajout d'un ou plusieurs phosphates à une cible modifie son activité (inhibition ou activation)
** l'entraînement en endurance augmente la proportion en fibres « oxydatives » (ou lentes) alors que l'entraînement en force favorise les fibres « glycolytiques' » (ou rapides)
*** témoin d'une biogenèse ribosomale

Laboratoire CRESEM

Les Journées d'Histoire et d'Histoire du droit de l'Université de Perpignan

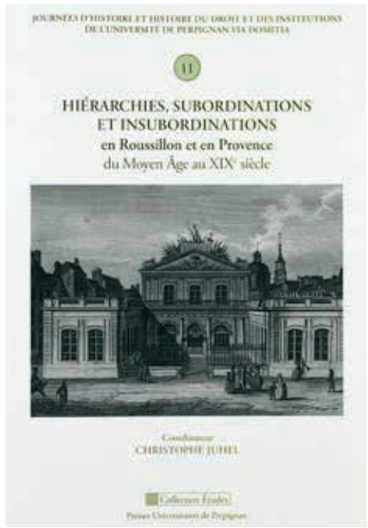
Le vendredi 29 novembre 2019 s'est déroulée la 13e journée d'Histoire et d'Histoire du droit de l'Université de Perpignan Via Domitia portant sur « *Les hommes du droit - les hommes et le droit du Moyen-Âge au XIXe siècle* ».

© Wikimedia

Christophe JUHEL
Maître de conférences, HDR
UPVD

Lors de cette journée, ont été envisagées les relations étroites que les hommes entretiennent depuis toujours avec la justice, lieu privilégié d'expression du droit, non seulement parce qu'elle leur est destinée et qu'ils peuvent y être confrontés, mais aussi parce qu'ils y participent. Ils y interviennent comme juges, avocats, procureurs, huissiers et greffiers aux procès civils et criminels, ou occasionnellement comme victimes et personnes poursuivies, témoins et experts. Les contributeurs se sont interrogés sur les personnages remarquables du paysage judiciaire des pays méditerranéens, leur profil, les péripéties jalonnant le déroulement de leur carrière, leurs productions écrites, leurs liens avec le monde universitaire ou encore des procès sortant de l'ordinaire comme celui du marquis de Montespan.

Ce fut une nouvelle occasion pour des enseignants-chercheurs, docteurs et doctorants, des universités du Midi de la France et de Catalogne sud de partager leurs expériences et points de vue, forgés à la faveur des heures passées aux archives, notamment celles du département des Pyrénées-Orientales, à dépouiller cote après cote les fonds qui y sont conservés pour glaner des données méritant d'être portées à la connaissance de la communauté scientifique et du public intéressé par l'histoire sociale et l'histoire locale qui participent de l'histoire des institutions françaises.



Cette manifestation est née du constat de l'existence d'une communauté d'intérêts entre les chercheurs des facultés de Lettres et sciences humaines et de Droit et sciences économiques, qui tout au long de leurs recherches et de leur carrière étudient les mêmes archives sans pour autant mettre en commun le fruit de leurs investigations. Depuis la première journée, qui s'est tenue le 4 décembre 2004, des historiens du droit, historiens de l'art, historiens modernistes, médiévistes et contemporanéistes participent à ces journées d'études. La présence de doctorants est à remarquer. Depuis toujours, ces jeunes chercheurs sont invités à participer à ces réunions afin de partager leurs idées et découvertes avec des enseignants-chercheurs plus aguerris, ayant les mêmes préoccupations, mais également les exposer face à un public de néophytes, curieux, érudits locaux et étudiants.

Le succès de ces journées s'explique aisément. Il tient à l'originalité et la diversité des thématiques abordées, telles que la fiscalité, l'administration municipale, la justice locale, les échanges, les métiers, la santé, le littoral, l'Eglise, les femmes, la jeunesse et les mineurs, les hiérarchies sociales, le cadre urbain et dernièrement les hommes et le droit. Il tient aussi à la nouveauté des sources exploitées et la multiplicité des angles d'approche que les intervenants ont adoptés afin de croiser ou confronter leurs regards et conclusions, enrichissant davantage ces échanges fructueux. S'y ajoutent la régularité de ces rencontres scientifiques, qui ont lieu chaque année et la publication systématique de leurs actes au sein des Presses Universitaires de Perpignan (PUP), qui témoignent du dynamisme de la recherche historique à Perpignan.

> *« Les contributeurs se sont interrogés sur les personnages remarquables du paysage judiciaire des pays méditerranéens, leur profil, les péripéties jalonnant le déroulement de leur carrière, leurs productions écrites, leurs liens avec le monde universitaire. »*

La mise en ligne des onze volumes déjà publiés sur *OpenEdition Books* est à saluer en ce qu'elle ouvre de plus grandes perspectives de diffusion. C'est une formidable opportunité qu'offre la bibliothèque de l'Université de Perpignan de faire connaître à l'ensemble de la communauté universitaire française cette production scientifique qui mérite de ne pas rester confidentielle et de se perpétuer.

Equipe IMAGES-Espace-Dev

Alliance de la lumière et de la chimie : une combinaison pour résoudre les secrets biologiques

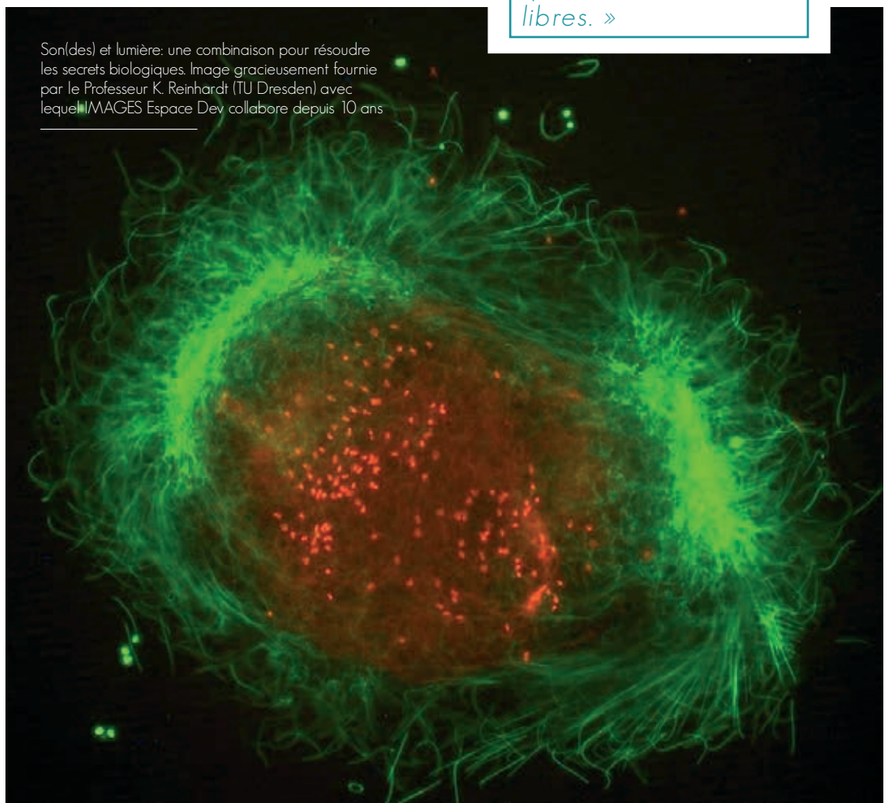
Les radicaux libres, ces petits monstres (ils détruisent l'ADN, les protéines et les membranes cellulaires à fortes doses) sont pourtant nécessaires au fonctionnement de nos cellules au travers de leur rôle de signalisation. Cependant, ils sont petits et rapides et leur étude est complexe.

Anne-Cécile RIBOU
Maître de conférences, HDR
UPVD

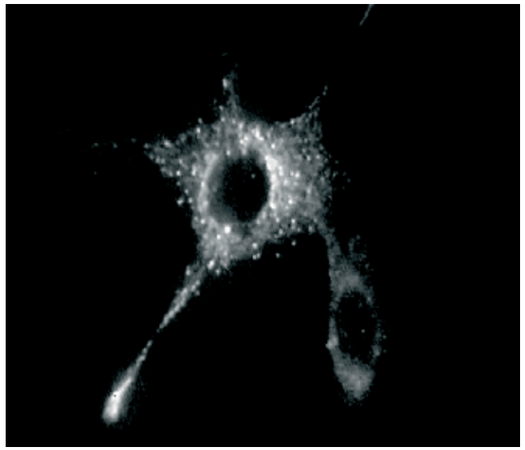
Comment les insectes femelles parviennent-elles à garder le sperme frais pendant des mois après accouplement ? Comment le sang d'escargot peut-il donner des informations sur des maladies parasitaires ? Comment la salive humaine sert-elle de défense antibactérienne ? Voici les réponses que viennent chercher dans notre équipe collaborateurs et thésards. Bave, sang, spermes, non, nous ne sommes pas dans une série télévisée mais bien à l'Université de Perpignan.

Tout cela n'aurait pas été possible sans l'intérêt que nous portons sans faillir aux radicaux libres depuis plus de 10 ans. Développant un appareil pour les détecter, puis pour les quantifier. Ces petits monstres (ils détruisent l'ADN, les protéines et les membranes cellulaires à fortes doses) sont pourtant nécessaires au fonctionnement de nos cellules au travers de leur rôle de signalisation. Cependant, ils sont petits et rapides et leur étude est complexe. C'était sans compter sur le développement des microscopes à fluorescence résolue en temps. Depuis les années 1980, le laboratoire est pionnier dans ce domaine. Ces appareils permettent de mesurer la décroissance de la fluorescence de molécule, ces molécules que l'on nomme « sonde » car elles vont sonder leur environnement pour y recueillir des données essentielles à l'avancée de nos recherches. Ces sondes peuvent passer à l'état excité, ce que je montre souvent aux étudiants en montant sur une chaise, ou une table si je suis en forme, avant de rapidement en redescendre. J'explique alors aux étudiants que toute molécule va, à un moment donné, retourner à son état le plus stable appelé fondamental, le sol pour moi. La molécule peut rester plus ou moins longtemps dans l'état excité - une question de nanosecondes et parfois en redescendre en émettant un photon, ce que l'on nomme fluorescence. La mesure du temps que la sonde prend pour redescendre, également connue sous le nom de *durée de vie de fluorescence*, sert de signature spécifique à la sonde. Lorsqu'on ajoute une de ces sondes fluorescentes dans les cellules à proximité de ces radicaux libres, le temps qu'elle reste à l'état excité va décroître, permettant de mesurer la quantité de radicaux libres. La région Occitanie a récemment financé une thèse pour permettre à notre équipe de recherche d'améliorer ces sondes et d'en synthétiser de nouvelles pour faire des mesures, non plus dans la cellule entière, mais dans un compartiment d'intérêt, la mitochondrie, centrale énergétique de nos cellules et source de radicaux libres. Notre microscope résolu en temps est aussi utile pour une technique innovante que nous avons empruntée à la recherche sur le cancer qui permet d'étudier le métabolisme des tissus biologiques vivants. Cela implique la mesure de la décroissance de la fluorescence intrinsèque de la coenzyme métabolique NADH. Cette mesure de durée de vie sert donc aussi de signature spécifique à la cellule et caractérise les voies métaboliques spécifiques de ces cellules. Initialement étudiées en cancérologie, les recherches ont montré que les cellules cancéreuses ont une durée de vie de fluorescence NADH plus courte et peuvent donc être distinguées des cellules saines. Enfin, nous sommes aussi en capacité de rajouter plusieurs autres sondes fluorescentes à l'intérieur de chaque cellule. Trois de plus, pour marquer les membranes, les noyaux et les mitochondries, encore elles. Chacune de ces sondes apportent des informations sur la morphologie et la physiologie des cellules à un moment précis et permettent d'étudier le comportement de ces cellules face aux agressions extérieures. Les agressions environnementales sont nombreuses souvent dues aux hommes. L'avenir de cette technique est possiblement dans l'étude intégrée de tous les résultats obtenus, comme le montre notre prochaine publication qui permet à partir d'étude anonyme sur le sang, de différencier les hommes des femmes et les fumeurs des non fumeurs.

« Lorsque l'on ajoute une de ces sondes fluorescentes dans les cellules à proximité de ces radicaux libres, le temps qu'elle reste à l'état excité va décroître, permettant de mesurer la quantité de radicaux libres. »



Son(des) et lumière: une combinaison pour résoudre les secrets biologiques. Image gracieusement fournie par le Professeur K. Reinhardt (TU Dresden) avec lequel IMAGES Espace Dev collabore depuis 10 ans



Marquage de mitochondrie d'une cellule SCA-9 (salivaires), enregistré au laboratoire il y a 15 ans, une vieille histoire ©Anne-Cécile RIBOU

K. Reinhardt and A-C. Ribou *"Female become infertile as the stored sperm's oxygen radicals increase."* Scientific Reports, 2013, 3, 2888, 1-5 (on line).
A-C. Ribou, *" Synthetic sensors for ROS detection and quantification: a critical review of current methods" Forum Issue on "Redox Indicators" for Antioxidants & Redox Signaling*, 2016, 25(9), 520-533.

Laboratoire MRM

Les plateformes numériques : recherches autour d'un nouvel acteur incontournable de l'économie collaborative

L'économie collaborative repose sur un modèle d'échanges entre particuliers. Apparue au milieu des années 1990 avec *Ebay*, elle a pris un essor remarquable avec l'émergence de nombreuses start-up dans la plupart des secteurs d'activités. Ces évolutions nous conduisent à analyser de nouveaux modes de fonctionnement ainsi que leurs implications aux niveaux humain, organisationnel et sociétal.

© Freepik

Fabienne VILLESEQUE-DUBUS, Professeur en sciences de gestion UPVD

Benjamin BENOIT Maître de conférences en sciences de gestion UPVD

L'économie collaborative connaît un essor spectaculaire avec l'émergence de nombreuses start-up dans la plupart des secteurs d'activités : son poids économique devrait passer de 14 milliards de dollars en 2014 à 335 milliards de dollars d'ici 2025 (Yaraghi et Ravi, 2017)[1]. L'irruption de *business models* innovants, particulièrement avec l'avènement des nouvelles technologies numériques au cœur de la *new economy* issue de la Silicon Valley au tournant des années 2000, questionne les modèles classiques qui reposent sur des biens et services distribués par des réseaux. Ces évolutions nous conduisent à analyser de nouveaux modes de fonctionnement ainsi que leurs implications aux niveaux humain, organisationnel et sociétal.

L'essor des plateformes numériques de gestion…

Les dispositifs les plus emblématiques concernent sans doute les plateformes numériques qui représentent un espace dématérialisé d'échanges entre l'offre et la demande. Ces interfaces numériques de gestion peuvent être perçues comme autant de médiateurs mettant en relation des offreurs et des clients potentiels, qui peuvent jouer alternativement les deux rôles.

« Les plateformes se développent dans de nombreux secteurs d'activité et sont devenues des outils d'intermédiation de notre vie quotidienne »

© Freepik

Les plateformes se développent dans de nombreux secteurs d'activité et sont devenues des outils d'intermédiation de notre vie quotidienne, qu'il s'agisse du covoiturage (*Blablacar*), de l'hébergement (*Airbnb*) ou bien encore de la vente de produits de particulier à particulier (*Leboncoin*). Ces technologies invisibles reposent sur des dispositifs de classement, d'évaluation et de notation que certains chercheurs qualifient d'infrastructures d'évaluation dans la mesure où « *la valeur ajoutée des organisations de type plateformes consiste à fournir une interface d'interaction et un mécanisme de contrôle pour les transactions entre des dizaines de milliers, parfois même des millions d'acheteurs et de vendeurs qui pourraient ne jamais se rencontrer en personne* » (Kornberger *et al.*, 2017, p. 79)[2]. Dans ce sens, nos travaux de recherche portent sur la compréhension du mode de fonctionnement et des interactions à l'œuvre avec ces plateformes.

… repose sur des dispositifs de guidage et de contrôle

Il est possible d'observer trois niveaux d'implications. D'une part, au niveau individuel ; l'utilisateur de la plateforme va, d'un statut de simple offreur, se transformer progressivement en « manager » qui pilote sa propre activité, à savoir son offre, si bien que l'on peut le comprendre comme un « manager-utilisateur » étroitement lié à la technologie de gestion à laquelle il a nécessairement recours. En effet, il bénéficie d'un système numérique de gestion de son activité qui lui fournit de nombreuses informations, lui apprend à les utiliser, le guide et l'oriente pour piloter son activité, et aussi étudier celle de ses « concurrents ».

D'autre part, les implications s'observent au niveau organisationnel, dans la mesure où la plateforme se développe grâce à l'activité de ce manager-utilisateur. Elle doit alors fonctionner en permanence avec lui en mettant à sa disposition une instrumentation de gestion dont le cœur repose sur un algorithme qui s'apparente à une boîte noire pour l'utilisateur. Cet algorithme, qui vise à optimiser les propositions faites à l'utilisateur devenu manager, demeure cependant largement inconnu des utilisateurs.

Enfin, au niveau sociétal, les plateformes conduisent à repenser les modes classiques de fonctionnement des liens entre les individus. Cela pose la question d'une évolution vers une société de surveillance marquée par la transformation du travail où les actions des individus sont tracées, enregistrées et guidées. Ainsi, *Airbnb* observe les comportements et les modes d'actions de l'ensemble de ses utilisateurs, hôtes et clients. Cette start-up, devenue « licorne » (valorisée à plus d'un milliard de dollars) en une décennie, utilise de telles données pour conseiller et influencer les hôtes en sorte de maximiser son chiffre d'affaires sous la forme d'une stratégie se voulant gagnant-gagnant.

Le poids économique déjà considérable des plateformes ainsi que leur potentiel de croissance ouvrent la voie à des perspectives de recherche fortes en sciences de gestion et mettent l'accent sur la thématique d'une société de contrôle(s).

1. Yaraghi, N., Ravi, S. (2017). *The Current and Future State of the Sharing Economy*. The Brookings Institution.
2 Kornberger, M., Pflueger, D., Mouritsen, J. (2017). Evaluative infrastructures: Accounting for platform organization. *Accounting, Organizations and Society*, 60 : 79-95.

Laboratoire IHPE

L'épigénétique au service de la biologie de la conservation

Olivier REY
Maître de conférences
UPVD

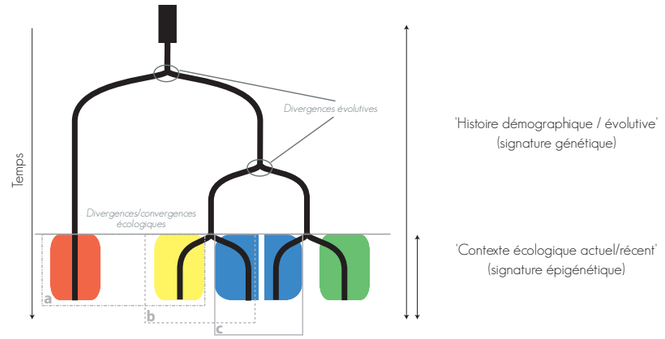
Les études des populations naturelles d'espèces vivantes ont largement bénéficié des apports de la génétique. Elles sont aujourd'hui classiquement intégrées dans les programmes de biologie de la conservation. Pourtant, elles ne retranscrivent pas l'histoire écologique récente des populations, ce qui est primordial en biologie de la conservation et notamment dans le contexte actuel de changements environnementaux particulièrement intenses et rapides.

Les études des populations naturelles d'espèces vivantes ont largement bénéficié des apports de la génétique. En effet, l'analyse des séquences d'ADN permet de retracer l'histoire démographique et évolutive des populations. Ces informations sont aujourd'hui classiquement intégrées dans les programmes de biologie de la conservation. Pourtant, elles ne retranscrivent pas l'histoire écologique récente des populations, ce qui est primordial en biologie de la conservation et notamment dans le contexte actuel de changements environnementaux particulièrement intenses et rapides. C'est sur ce constat que nous avons récemment proposé d'intégrer l'épigénétique comme un outil complémentaire au service de la biologie de la conservation[1].

L'information épigénétique est portée par différents supports (méthylation de l'ADN, modifications d'histones, ARNs non-codants, localisation nucléaire) qui influencent l'expression du génome et des phénotypes sans pour autant impliquer des modifications de la séquence d'ADN. Parmi ces supports, la méthylation de l'ADN est la plus utilisée et l'étude de ces marques s'avère être particulièrement utile dans le domaine de la biologie de la conservation pour plusieurs raisons :

1. La méthylation de l'ADN est largement répandue dans le monde vivant.
2. Certains patrons de méthylation sont modulés par l'environnement au cours du développement des organismes.
3. Des changements de méthylation sont associés à des traits phénotypiques adaptatifs, c'est-à-dire qu'ils procurent un avantage aux organismes dans un environnement donné. Ces modifications constituent donc un moyen pour certains organismes de surmonter, au moins temporairement, des épisodes de stress environnementaux.

« La diversité épigénétique peut compenser le manque de diversité génétique sur laquelle repose l'adaptation des organismes à long terme. »



Intérêts de l'étude conjointe de la génétique et de l'épigénétique pour retracer l'histoire évolutive et écologique des populations en milieu naturel. Cette approche permet de distinguer des populations ayant divergé génétiquement (à long terme) et écologiquement (a) ; des groupes d'individus issus d'une même population mais établis dans des contextes écologiques différents (*i.e.* populations définies d'un point de vue écologique) (b) ; des populations ayant divergé d'un point de vue génétique qui partagent des caractéristiques écologiques communes (c). Figure modifiée de Rey *et al. in press* 1.

4. Certains patrons de méthylation sont transmis au fil des générations.
5. De plus en plus d'études témoignent de l'importance de la diversité épigénétique au sein des populations naturelles, surpassant parfois la diversité génétique. A cet égard, des études théoriques et empiriques démontrent que la diversité épigénétique peut compenser le manque de diversité génétique sur laquelle repose l'adaptation des organismes à long terme, et plus particulièrement dans les populations clonales et/ou petites et isolées géographiquement.

Sur la base de ces caractéristiques, plusieurs applications de l'épigénétique en biologie de la conservation sont envisageables. Premièrement, des biomarqueurs épigénétiques peuvent être développés pour quantifier l'état d'un organisme d'intérêt (*e.g.* âge physiologique ; état de stress ; « personnalité ») et pour déterminer le contexte environnemental dans lequel les organismes et/ou leurs proches parents se sont développés (*e.g.* contact actuel et/ou passé avec des parasites, des polluants). Deuxièmement, l'étude conjointe de marqueurs génétiques et des patrons de méthylation en milieu naturel permet d'identifier des facteurs écologiques qui structurent les populations naturelles. Cet aspect est fondamental pour définir des entités adaptées pour la biologie de la conservation en prenant en compte non seulement l'histoire démographique et évolutive des populations *via* l'information génétique, mais également le contexte écologique dans lequel ces populations ont évolué (voir figure ci-dessus). Enfin, l'étude de la diversité épigénétique en milieu naturel permet également de mieux appréhender le potentiel adaptatif des populations à court terme et/ou la capacité de ces populations à se maintenir face aux changements environnementaux actuels. Nous proposons d'appliquer ces méthodes d' « épigénétique de la conservation » dans le cadre de projets émergents au sein du laboratoire IHPE.

1. Rey, O. *et al. Linking epigenetics and biological conservation: Towards a conservation epigenetics perspective. Funct Ecol* 1365-2435.13429 *(in press)*

Colonies naturelles de *Pocillopora sp.*
© Jérémie Vidal-Dupiol

Laboratoire ART-Dev

Energie et environnement

Les liens entre énergie et environnement constituent un axe central du laboratoire ART-Dev, particulièrement les questions liées au prix du carbone, que ce soit les débats sur la taxe carbone ou ceux liés à la réforme du marché des quotas de CO_2 réservés aux producteurs d'électricité et à certains gros industriels.

Sandrine MICHEL
Professeure
Université de Montpellier

Jacques PERCEBOIS
Professeur émérite
Université de Montpellier

Une partie des travaux de recherche d'ART-Dev portent sur divers aspects de la production et de l'utilisation de l'énergie. Cela concerne les marchés internationaux de l'énergie, comme le marché du pétrole ou celui du gaz naturel. Cela concerne aussi le coût de production, de transport et de distribution de l'électricité, qu'elle soit carbonée ou non, centralisée ou non. Un intérêt particulier est porté aux questions liées à la tarification de l'électricité et aux mécanismes d'aide aux énergies renouvelables (solaire, éolien, biomasse). Le développement de l'autoconsommation de l'électricité photovoltaïque est un thème important aujourd'hui du fait des questions que cela soulève tant du point de vue du financement des réseaux de distribution qu'il faut adapter à une production décentralisée que de la nécessité de développer des solutions de stockage. Les nouveaux usages électriques liés au numérique comme le véhicule électrique et les objets dits « connectés » sont un champ prometteur pour les travaux de recherche. Les problèmes soulevés par la montée de la précarité énergétique sont également au cœur des préoccupations de l'équipe.

Bien évidemment, les liens entre énergie et environnement constituent un axe central des travaux en cours, particulièrement les questions liées au prix du carbone, que ce soit les débats sur la taxe carbone ou ceux liés à la réforme du marché des quotas de CO_2 réservés aux producteurs d'électricité et à certains gros industriels. Dans ce domaine, les travaux sont menés en liaison avec la Chaire Economie du Climat rattachée à l'Université Paris-Dauphine. Plusieurs outils de politique économique sont simultanément utilisés pour atteindre à terme la « neutralité carbone » : les normes destinées à limiter les émissions de gaz à effet de serre, les taxes destinées à renchérir les énergies polluantes et les aides destinées à faciliter le recours aux énergies « propres ». Toutes les mesures en faveur de l'efficacité énergétique sont également à privilégier. Les politiques menées doivent être appréciées du point de vue de leur efficacité mais également en tenant compte des effets distributifs qu'elles induisent. Ces mesures sont en effet souvent pénalisantes pour les catégories sociales les plus modestes, que ce soit la taxe carbone, ou le péage urbain, des normes qui sont restrictives. Il faut donc compenser cela par des mesures d'ordre social. Toutes les questions liées à la régulation du secteur de l'énergie (lutte contre l'abus de position dominante, fixation de péages, contrôle des aides, etc.) sont régulièrement étudiées. La transition énergétique génère des outils spécifiques de la finance qui sont également évalués.

« Les politiques menées doivent être appréciées du point de vue de leur efficacité mais également en tenant compte des effets distributifs qu'elles induisent. Ces mesures sont en effet souvent pénalisantes pour les catégories sociales les plus modestes. Il faut donc compenser cela par des mesures d'ordre social. »

© Unsplash - Appolinary Kalashnikova

Le cas des pays en développement est aussi un sujet d'étude pour l'équipe d'ART-Dev, particulièrement l'accès à l'électricité en Afrique. Quand on parle d'accès à l'électricité, on pense généralement interconnexion à un réseau. C'est le modèle dominant qui fut historiquement constaté dans les pays industrialisés et s'observe aussi aujourd'hui en Asie ou en Amérique Latine. Mais, le progrès technique lié aux nouvelles technologies du numérique et la baisse des coûts observés dans le domaine des énergies renouvelables (solaire, éolien) permettent aujourd'hui d'envisager une électrification fondée sur deux modèles qui coexistent : celui de « l'étoile » et celui des « tâches de léopard ». Dans le premier cas, c'est le secteur public qui développe le réseau en connectant progressivement les zones rurales à partir d'une centrale (souvent hydraulique mais qui peut être une centrale fonctionnant au gaz ou au charbon), installée généralement dans ou près d'un centre urbain. Dans le second cas, ce sont les consommateurs ruraux eux-mêmes qui investissent dans des équipements de petites dimensions utilisant des panneaux photovoltaïques. Il suffit ensuite de disposer d'une batterie pour stocker une partie de cette électricité. Ce peut être aussi le fait d'opérateurs privés qui, dans des villages isolés, construisent des mâts au sommet desquels sont installés des panneaux photovoltaïques équipés de lampes qui diffusent la lumière gratuitement ou pour un forfait modeste dans le village ; mais cela permet aux villageois de connecter une box à ces mâts et d'avoir l'électricité dans leur logement. Le paiement s'effectue directement *via* les smartphones (principe du « *pay as you go* »).

La panoplie des thèmes abordés dans les travaux de recherche et les publications (articles, thèses) est donc vaste et donne lieu à la participation à de nombreux séminaires et colloques internationaux.

Laboratoire LGDP

Les transferts horizontaux chez les plantes : quand les gènes violent les lois classiques de la génétique

Suivant la loi naturelle et fondamentale de l'hérédité, la transmission des gènes de génération en génération se fait d'une manière verticale. Et pourtant, un nombre croissant de travaux de recherche viennent remettre en cause ce paradigme fondamental en biologie en montrant que des gènes peuvent être naturellement transférés entre espèces éloignées.

Moaine EL BAIDOURI
Chercheur CNRS

Nous avons tous appris sur les bancs de l'école et de l'université que les gènes que nous portons et qui font de nous ce que nous sommes nous viennent directement de nos parents proches ou lointains. Suivant cette loi naturelle et fondamentale de l'hérédité, la transmission des gènes de génération en génération se fait donc d'une manière verticale. C'est le cas notamment de l'Homme, mais aussi de tous les organismes vivants tels que les plantes, les animaux ou encore les champignons. Et pourtant, un nombre croissant de travaux de recherche viennent remettre en cause ce paradigme fondamental en biologie en montrant que des gènes peuvent être naturellement transférés entre espèces éloignées. Ce phénomène est connu sous le nom de « transfert horizontal » de gènes par opposition au « transfert vertical » des gènes qui se fait de parents à descendants. Par exemple, le puceron vert du pois a « emprunté » à un champignon par transfert horizontal un gène responsable de la biosynthèse des caroténoïdes qui sont des pigments naturels qui donnent par exemple la couleur orange à la carotte[1]. Les insectes et les animaux ne peuvent pas produire eux-mêmes normalement ces molécules et s'en procurent uniquement par l'alimentation. Plus intéressant encore, ce gène d'origine fongique permettrait à cet insecte de faire une sorte de « photosynthèse », c'est-à-dire produire de l'énergie à partir de l'énergie solaire à l'instar des plantes. Les transferts horizontaux de gènes peuvent donc être considérés comme une sorte de transfert de « technologies » entre espèces différentes qui permettraient à ces dernières de trouver des solutions rapides pour s'adapter à leur milieu naturel et économiser ainsi des millions d'années d'évolution. A la lumière de ce changement de paradigme, l'innovation biologique n'est pas uniquement le fruit des mutations génétiques classiques qui se produisent lors de la transmission des gènes des parents vers les descendants mais aussi le résultat des interactions entre espèces au sein des écosystèmes naturels.

> *« Ces transferts horizontaux de gènes peuvent être considérés comme une sorte de transfert de «technologies» entre espèces différentes. »*

Campagne d'échantillonnage dans la forêt de la Massane. De gauche à droite : Moaine El Baidouri, Olivier Panaud et Emilie Aubin © LGDP

Chez les plantes, plusieurs cas de transferts horizontaux ont été décrits ces dernières années dont une grande majorité a été découverte en 2014 dans le cadre de programmes de recherche menés au sein du *Laboratoire Génome et Développement des Plantes* (LGDP) à l'*Université de Perpignan Via Domitia* (UPVD)[2]. C'est le cas notamment de la vigne cultivée qui a intégré dans son propre génome au moins une dizaine de « gènes » étrangers acquis par transfert horizontal à partir de différentes espèces d'arbres telles que le clémentinier, le peuplier ou encore le palmier. Cependant, les chercheurs n'ont pas pu déterminer ni les raisons d'une telle fréquence de transferts horizontaux entre les espèces étudiées ni les mécanismes impliqués dans ces échanges.

Afin d'apporter des réponses à toutes ces questions, les chercheurs du LGDP explorent actuellement l'hypothèse des interactions biologiques étroites comme celles reliant les lianes (comme le lierre) et les champignons aux arbres sur lesquels ils poussent. Ainsi, une étude est menée actuellement dans la Réserve Naturelle Nationale de la forêt de la Massane située sur le massif des Albères qui est un *hot-spot* de biodiversité et une des plus vieilles forêts d'Europe faisant d'elle un modèle unique pour l'étude des transferts horizontaux. Grâce aux dernières technologies de séquençage de l'ADN que possède la plateforme Bio-environnement, les chercheurs espèrent identifier les flux de gènes entre les espèces présentes dans cette forêt, identifier les mécanismes en jeu et enfin comprendre le rôle de ces transferts dans l'adaptation au milieu naturel. Ces travaux de recherche sont actuellement menés par Émilie Aubin dans le cadre d'une thèse financée par la région Occitanie sous la direction de Moaine El Baidouri (chercheur au CNRS), Olivier Panaud (Professeur à l'Université de Perpignan) et soutenus par l'UPVD et l'Institut Universitaire de France (IUF).

Réf.1 : *Moran and Jarvik, Lateral transfer of genes from fungi underlies carotenoid production in aphids.* 2010 *Science* doi: 10.1126/science.1187113
Réf. 2 : El Baidouri M., et al. . 2014 . *Widespread and frequent horizontal transfers of transposable elements in plants*. *Genome Res.*24 : 831 - 838 doi: 10.1101/gr.164400.113

Photo de la mucidule visqueuse (champignon à chapeau) sur le tronc d'un hêtre prise à la Massane. © LGDP

Laboratoire HNHP

A la recherche des Néandertaliens du Portel-Ouest (Ariège)

La grotte du Portel-Ouest s'inscrit comme un site majeur des Pyrénées pour appréhender les comportements des Néandertaliens dans un milieu semi-montagnard (500 m d'altitude) durant des périodes climatiques très instables.

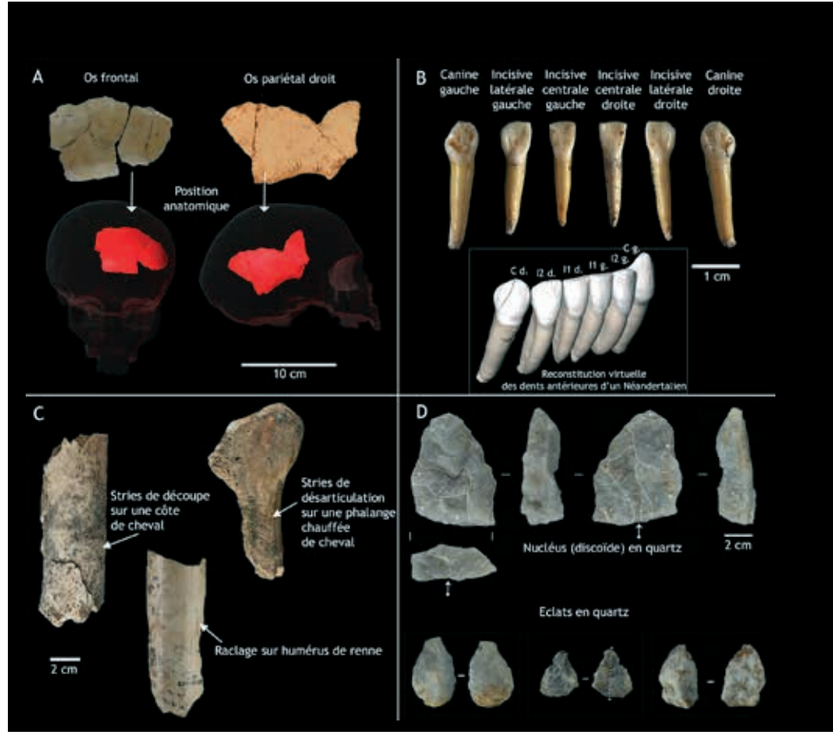
Gaël BECAM
Laboratoire HNHP, Tautavel
UPVD

Régis VEZIAN
Université de Toulouse, INP, Ecole d'ingénieurs de Purpan

La grotte du Portel-Ouest (Loubens, Ariège), propriété de la famille Vézian depuis 1949, est constituée d'une salle de 12 x 6 m et contient un épais remplissage sédimentaire de 5 m s'échelonnant entre -135 000 ans et -25 000 ans (fig. 1). Ses couches renferment les témoignages de nombreuses occupations de la grotte par des groupes humains néandertaliens, dont deux principales datées de -44 000 ans et -39 000 ans (fig. 1C), soit une période proche de la disparition des Néandertaliens en Europe. La grotte fut découverte en 1949 par Joseph Vézian, accompagné du célèbre préhistorien l'abbé Henri Breuil et fut fouillée partiellement dans un premier temps par Joseph Vézian, qui mit en place une méthode de fouille novatrice pour l'époque, afin d'enregistrer la position spatiale de chaque objet trouvé puis dans un second temps, par son fils Jean jusqu'en 1987. Après plus de mille séances de fouilles, le site livra près de 200 000 objets, principalement de l'industrie lithique de type Moustérien et des restes de faune (cheval, renne, bison, cerf, chevreuil, bouquetin, etc.). Ces restes fauniques sont les déchets de consommation laissés par les Hommes, mais aussi par les carnivores (ours, loup, hyène, panthère, etc.), témoignant ainsi de l'alternance des occupations de la grotte par les Néandertaliens et d'autres prédateurs durant plus de 100 000 ans. Avec l'accord des propriétaires, la totalité du matériel archéologique provenant du Portel-Ouest est conservé au *Centre Européen de Recherches Préhistoriques de Tautavel* (CERPT).

Le site du Portel-Ouest s'inscrit comme un site majeur des Pyrénées pour appréhender les comportements des Néandertaliens dans un milieu semi-montagnard (500 m d'altitude) durant des périodes climatiques très instables (*e.g.* stade isotopique 3). La particularité du Portel-Ouest, par rapport à la trentaine de sites moustériens pyrénéens majeurs, réside dans la présence en grand nombre de restes fossiles néandertaliens

Vue de l'intérieur (B) du Portel-Ouest.
© HNHP G. Becam/UPVD



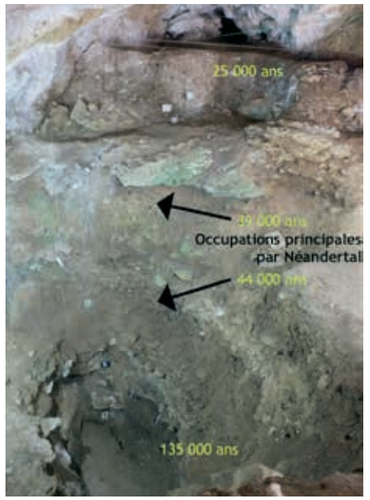
Fragments fossiles de Néandertaliens (A et B), restes d'herbivores avec traces anthropiques (C) et industries lithiques provenant du Portel-Ouest. Clichés G. Becam/UPVD (A et B), D. Dainat/EPCC-CERPT (B et C) et M.D.Guillén/IPHES (D)
© HNHP

« Avec l'accord des propriétaires, la totalité du matériel archéologique provenant du Portel-Ouest est conservé au Centre Européen de Recherches Préhistoriques de Tautavel. »

provenant de niveaux archéologiques clairement identifiés et datés (-44 000 ans). Ces 33 restes correspondent en majorité à des dents isolées et des fragments crâniens appartenant à neuf individus non-adultes (fig. 2A et B). En comparaison avec les cinq sites pyrénéens français et espagnols qui ont livré entre un et trois restes humains, le Portel-Ouest est le site des Pyrénées qui a fourni le plus de restes fossiles de Néandertal, ce qui en fait un site d'exception.

Dans le cadre des problématiques de recherche sur les Néandertaliens développées au sein du laboratoire HNHP (UMR 7194) de l'UPVD et du P.C.R. « *Le monde moustérien entre Rhône et Pyrénées* » (dir. T. Saos, UPVD/CERPT), une reprise des fouilles au Portel-Ouest a été initiée en 2019 (dir. G. Becam), avec le soutien de la DRAC Occitanie, du Conseil départemental d'Ariège, ainsi que des propriétaires du site. Une équipe pluridisciplinaire a également été constituée pour relancer un programme de recherche sur le site. Au cours de cette opération menée en 2019, plus de 2 000 industries lithiques et restes fauniques ont été découverts en 15 jours, témoignant ainsi de la richesse archéologique du site (fig. 2). Les ossements portent des traces de fracturation et des stries, témoignant des activités de boucherie effectuées par les Néandertaliens (fig. 2C), mais aussi des traces de carnivores, confirmant l'alternance des occupations.

Un programme triennal de fouille débutera cette année (2020-2022) afin de fouiller les niveaux archéologiques en place dans la grotte du Portel-Ouest. Ce travail de terrain permettra de récolter davantage de matériel archéologique, sur une surface plus étendue que précédemment, afin de mieux comprendre les stratégies de ces Néandertaliens (gestion des matières premières, comportements de subsistance, type d'occupation), de mieux appréhender leur morphologie et de reconstituer l'évolution des paléoenvironnements locaux entre -135 000 ans et -25 000 ans.



Vue de la stratigraphie du Portel-Ouest. © HNHP G. Becam/UPVD

Equipe DALI-LIRMM

Le grand petit processeur pour contrôler les objets connectés

L'équipe Dali développe un modèle de processeur particulièrement bien adapté aux objets connectés : LBP pour *Little Big Processor*. Par rapport à la concurrence, il a l'avantage de permettre de faire plusieurs choses à la fois sans nécessiter de logiciel de contrôle des tâches.

Bernard GOOSSENS
Professeur UPVD

David PARELLO
Maître de conférences
UPVD

Kenelm LOUETSI
Doctorant UPVD

Il y a 80 ans, les nations s'équipaient d'ordinateurs de la taille d'un immeuble. Ensuite, dans les années 70, ce furent les entreprises qui firent l'acquisition de mini-ordinateurs, qui remplissaient une salle entière. Peu de temps après, on inventa l'ordinateur individuel, le PC, qui tenait sur un bureau. La clientèle visée était les familles. Il y a 40 ans, ce fut l'ordinateur portable qui démocratisa l'informatique et à la fin du siècle dernier, le monde entier commença à adopter le téléphone portable.

C'est le début d'une nouvelle ère, celle des objets connectés ou IoT (*Internet of Things*). La particularité d'un *smartphone* est de pouvoir s'identifier sur le réseau Internet. Cela signifie entre autres qu'il peut échanger des informations avec, d'une part des serveurs (le *cloud*) et d'autre part avec d'autres objets connectés, qu'ils soient proches ou à l'autre bout du monde, voire dans le cosmos.

Si nous sommes familiers des téléphones, nous avons aussi déjà affaire à une multitude d'autres objets connectés, sans toujours en être conscients : une montre, un assistant vocal, un système de surveillance, les objets de la domotique, la conduite assistée ou autonome, la gestion des espaces ruraux et des cultures.

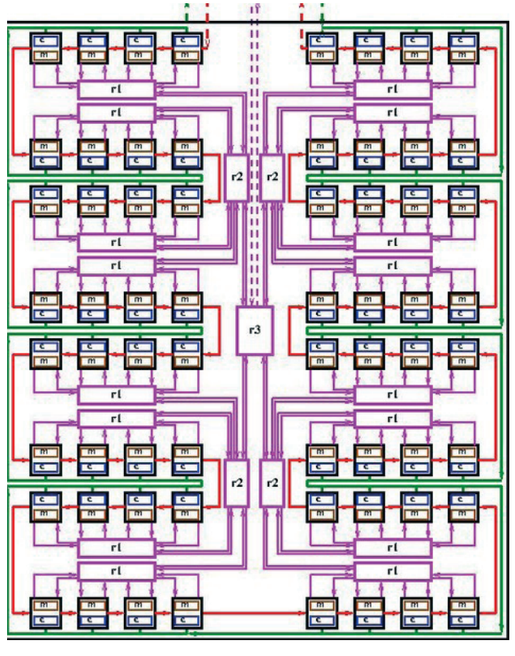
Un objet connecté est un dispositif électronique capable de capter, d'émettre, de recevoir, de calculer et d'agir. Il existe depuis longtemps des dispositifs d'asservissement sans aucun lien avec Internet. Par exemple, un système de régulation du chauffage comporte un capteur de température et un actionneur pour déclencher la chaudière. Entre le capteur et l'actionneur s'insère un dispositif de calcul testant si la température captée a franchi un seuil. La surveillance du capteur, la conversion analogique/digitale, le calcul, la conversion digitale/analogique et le déclenchement de l'action sont le rôle de circuits spécialisés et du micro-contrôleur, une sorte de petit processeur, peu performant mais aussi peu gourmand en énergie et en place.

Pour connecter un objet, il faut qu'il puisse émettre et recevoir par radiofréquence (RF, communications sans fil, Bluetooth, Wifi). Il faut aussi qu'il puisse comprendre le langage de l'Internet (protocoles TCP/IP ou UDP), ce qui nécessite un processeur légèrement plus complexe que celui qui surveille le dépassement d'un seuil. Les objets connectés du futur devront être de plus en plus intelligents, c'est-à-dire être capables de décisions reposant sur des déductions. À partir de données captées et d'un moteur d'inférence, un IoT peut décider en autonomie et agir. Plus le processeur embarqué dans l'IoT sera puissant, plus les choix seront élaborés.

« Les objets connectés du futur devront être de plus en plus intelligents, c'est-à-dire être capables de décisions reposant sur des déductions. »

Le monde des objets connectés

LBP 64 coeurs © DALI



L'équipe Dali développe un modèle de processeur particulièrement bien adapté aux objets connectés : LBP pour *Little Big Processor*. Par rapport à la concurrence, il a l'avantage de permettre de faire plusieurs choses à la fois sans nécessiter de logiciel de contrôle des tâches. C'est le processeur lui-même qui répartit les travaux sur ses *harts*, des sortes de petits cœurs indépendants. Son architecture leur permet même de communiquer entre eux. On peut ainsi par exemple surveiller plusieurs capteurs simultanément et déclencher plusieurs actions dépendantes de plusieurs données acquises.

LBP peut se décliner en différentes versions allant de 4 à 256 *harts*. Pour construire un processeur LBP, on utilise un compilateur de circuit (outil de HLS pour *High Level Synthesis*) qui produit un masque numérique qu'on charge sur un circuit programmable FPGA (*Field Programmable Gate Array*) par un lien USB, lui-même installé sur une carte de développement sur laquelle se trouve un processeur qui peut lire ce que contient le FPGA, ce qui permet de contrôler les effets d'un calcul.

Le matériel, les logiciels de gestion et quelques applications de démonstration sont en cours de réalisation dans le cadre d'une thèse financée par la région Occitanie avec un équipement acheté grâce au Bonus Qualité Recherche (BQR) de l'UPVD, notamment la carte de développement.

Equipe BAE-LBBM

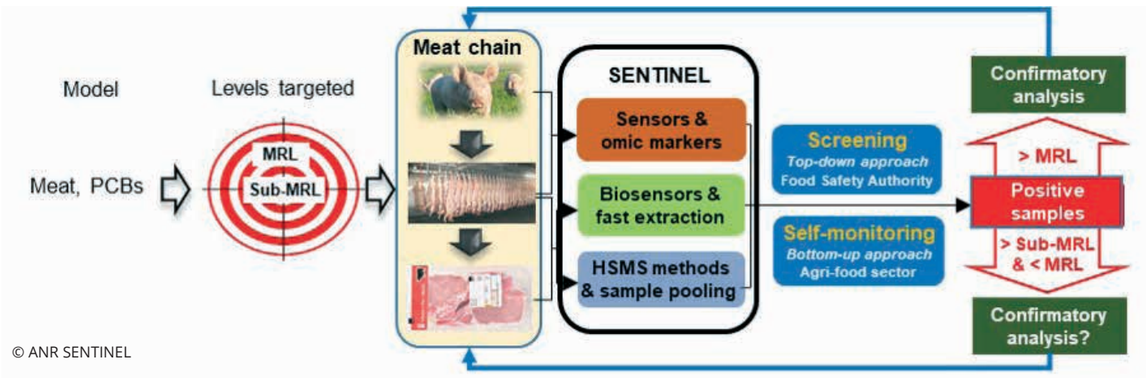
ANR SENTINEL : Outils de criblage à haut débit pour une surveillance renforcée de la sécurité chimique des aliments

L'agroalimentaire est un secteur en constante innovation et la contamination par des intrants toxiques dans la chaîne de production ne cesse d'augmenter en raison du développement industriel, des nouvelles pratiques agricoles et de la pollution croissante de l'environnement.

Gaëlle CATANANTE
Maître de conférences
UPVD

La sécurité sanitaire des produits alimentaires est devenue au cours de ces dernières décennies un enjeu planétaire, elle a été largement médiatisée au travers de toute une série de crises alimentaires.

La maîtrise des risques est une exigence fondamentale mais qui reste très complexe. En effet, l'agroalimentaire est un secteur en constante innovation et la contamination par des intrants toxiques dans la chaîne de production ne cesse d'augmenter en raison du développement industriel, des nouvelles pratiques agricoles et de la pollution croissante de l'environnement. Ces contaminants peuvent être d'origine biologique comme les agents pathogènes (bactérie, virus...) et les toxines naturelles, et de nature chimique comme les produits phytosanitaires (pesticides, engrais) et vétérinaires, les additifs alimentaires, ou les substances provenant des matériaux en contact avec les denrées. Parmi les contaminants émergents, ceux de nature chimique suscitent de vives inquiétudes. En effet, nombre d'entre eux peuvent être bio-accumulés et amplifiés dans la chaîne alimentaire et sont associés à de graves problèmes pour la santé humaine et l'environnement.



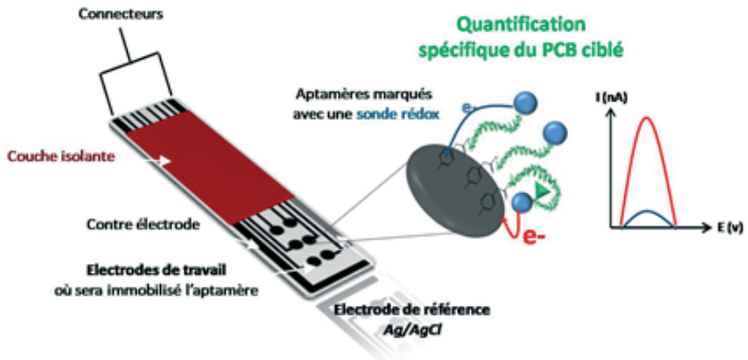
© ANR SENTINEL

Dans ce contexte, le Parlement européen a appelé les États membres à renforcer leurs mécanismes de contrôle de la sécurité alimentaire. Des progrès substantiels ont été accomplis en matière de sécurité microbiologique, mais du côté de la sécurité chimique, la transition technique et sociétale est à la traîne, et les méthodes sont souvent coûteuses et/ou à faible débit, limitant ainsi la fréquence et l'étendue de la surveillance par les industries du secteur.

Le projet ANR SENTINEL se propose de développer trois solutions consistant à concevoir et/ou optimiser les techniques modernes de détection directe ou indirecte de contaminants prioritaires tels que les polluants organiques persistants (POP) et compenser leurs principales faiblesses par des innovations en matière d'échantillonnage, d'extraction, de chimiométrie et de bioinformatique.

Parmi les POPs, les polychlorobiphényles-PCB sont, comme la plupart des contaminants prioritaires, généralement présents à des doses souvent bien inférieures (pg/g) à la limite maximale autorisée (MRL), mais ils méritent d'être particulièrement surveillés dans les produits d'origine animale, comme la viande, dans lesquels ils sont susceptibles de s'accumuler. Dans ce contexte, l'équipe BAE-LBBM a pour objectif de développer un système de détection des PCB basé sur un biocapteur, c'est-à-dire un dispositif analytique combinant un élément biologique de reconnaissance et un détecteur physico-chimique. Les aptamères sont proposés dans ce projet comme élément biologique de reconnaissance, il s'agit de biorécepteurs de nouvelle génération constitués de petites molécules d'ADN (ou d'ARN) monocaténaire possédant une structure 3D caractéristique leur permettant de se lier à leur cible avec une grande affinité. (fig. 2)

Figure 2 : Schéma et principe de détection de l'aptacapteur proposé dans le projet SENTINEL



Les aptacapteurs mis au point dans ce projet seront combinés avec les derniers développements en matière d'extraction rapide, facile, bon marché et efficace des PCB. Ces dispositifs mis au point par les partenaires de SENTINEL devront permettre de détecter ces contaminants dans les tissus biologiques à des niveaux inférieurs à la limite maximale de tolérance pour renforcer la détection des non-conformités, mais aussi pour surveiller les niveaux sub-MRL pertinents.

« Parmi les contaminants émergents, ceux de nature chimique suscitent de vives inquiétudes. En effet, nombre d'entre eux peuvent être bio-accumulés et amplifiés dans la chaîne alimentaire et sont associés à de graves problèmes pour la santé humaine et l'environnement. »

Laboratoire PROMES

Au cœur de notre nanoenvironnement avec les abeilles mellifères

Le projet LINA, financé par la région Occtanie, ouvre une exploration transdisciplinaire des nanomatériaux de notre environnement quotidien en s'appuyant sur le savoir ancestral des abeilles mellifères et les vertus des produits de la ruche.

Marie-Agnès COURTY
Directeur de recherche CNRS

Jean-Michel MARTINEZ
Maître de conférences UPVD

Jean LLOBET
Apiculteur

Installation d'un rucher pilote sur la centrale solaire thermodynamique de Llo (Partenariat SUNCNIM-PROMES)
© PROMES

Le projet LINA *Lire la Nature - oser l'Apiculture* trouve son origine dans l'identification récente de nanocomposites polymères issus de décharges plasmas dans le miel, le miellat, la cire, la propolis[1]. Cette découverte originale fait suite aux recherches de Marie-Agnès Courty et Jean-Michel Martinez (PROMES) sur la production dans l'atmosphère de nanomatériaux à partir d'aérosols ionisés. L'ionisation provient de divers phénomènes naturels : rayonnement solaire, rentrées dans l'atmosphère de débris haute vélocité, éclairs, foudre, volcanisme, feux géants, méga-tempêtes. Ces nanomatériaux en films, filaments ou agrégats millimétriques sont souvent confondus avec les microrésidus de dégradation des plastiques issus de la pétrochimie. Ils s'en distinguent par une matrice polymère nanostructurée, signature d'un assemblage sous champ électrique. Les nanoparticules en feuillets de type graphène leur confèrent des propriétés remarquables : conductivité électrique, résistance mécanique et thermomécanique, biorécalcitrance.

Le traçage de nanomatériaux typiques de décharges plasmas dans l'air, l'eau, les résidus de combustion, actuels ou anciens, révèle un phénomène jamais envisagé : la retombée sur les surfaces terrestres d'une population de nanoparticules hyper-réactives au fil d'événements géologiques récurrents. Les effets sur la santé humaine de ce stock de nanofeuillets, porteurs de nanoimpuretés potentiellement intrusives dans le vivant, restent à explorer.

Collecte de miel operculé (rucher pilote de la centrale solaire de Thémis, Targassonne).
© PROMES

> *« Le projet LINA propose d'utiliser la ruche comme milieu modèle pour lire l'impact sur l'environnement et sur la santé humaine des nanoproduits d'ionisation naturelle. »*

Le projet LINA propose d'utiliser la ruche comme milieu modèle pour lire l'impact sur l'environnement et sur la santé humaine des nanoproduits d'ionisation naturelle. Il vise trois objectifs :

1- révéler la capacité des abeilles mellifères à détecter les nanoparticules ionisées dans les ressources collectées : nectar, pollens, eau, sels ;

2- percer leur maîtrise à exploiter les propriétés de ces nanoparticules pour assurer la qualité et la préservation des produits de la ruche ;

3- identifier les biomécanismes de production de décharges plasmas mis en jeu à nanoéchelle pour stabiliser les nanoparticules ionisées en nanocomposites polymères et les stocker dans la cire et le miel.

Cette transformation durable des nanoparticules ionisées serait assurée au sein de la ruche par les ondes acoustiques ultrasonores, connues pour être émises par les abeilles.

Le projet LINA s'appuie sur un corpus de ruchers pilotes gérés par Jean Llobet, exploitant en apiculture traditionnelle, au titre de l'entreprise partenaire. Ces contextes de référence vont permettre de suivre la collecte des nanoparticules ionisées par les abeilles mellifères au gré des besoins saisonniers de la colonie.

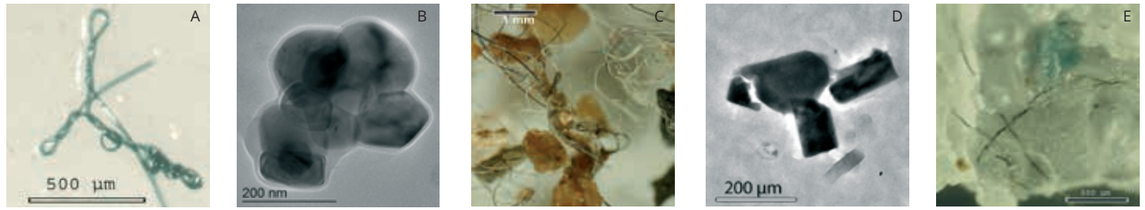
Les mécanismes de production des nanocomposites sont étudiés en laboratoire par décharges plasmas à PROMES et par ultrasonolyse à l'ICSM (Rachel Pflieger)[2]. Le traçage et la caractérisation à nanoéchelle des nanoparticules, issues des ressources collectées et des nanocomposites polymères produits par les abeilles, s'appuient sur les compétences et les moyens des plateformes analytiques de ChimEco (Claude Grison)[3], de l'ICGM (Erwan Oliviero)[4], de PROMES et de l'UPVD (EnRMAT).

Une des tâches du projet LINA est de comparer la composition des nanocomposites de ruchers actuels à ceux préservés dans des ruches et objets transformés issus de cires d'abeille anciennes : cires d'embouteillage, cierges, sceaux, produits cosmétiques ou de la pharmacopée antique, statuettes, ex-voto... Les historiens, ethno-archéologues et archéologues[5] associés au projet LINA vont constituer un corpus des nanomémoires figées dans des cires couvrant toutes les périodes de la préhistoire paléolithique à l'époque contemporaine.

Le partage de cette lecture sur la longue durée des relations entre périodes de forte ionisation et activités des abeilles mellifères avec l'ensemble de la société, particulièrement le monde apicole en région, permettra à tous de se familiariser avec la complexité d'un nanoenvironnement vieux comme le monde dont les secrets enfin dévoilés n'ont pas fini de nous surprendre.

1- GIEAN *Groupe Interdisciplinaire sur l'Electricité Atmosphérique* M.-A. Courty et M. Conesa MSH-sud Montpellier. 2- UMR 5257 CNRS-CEA-UM. 3- UMR 5201, CNRS-CEA-UM. 4- UMR 5253 CNRS- UM-ENSCM. 5- M. Conesa (CRISES, Univ. Paul Valéry), C. Rendu (UMR 5136 FRAMESPA, Univ. de Toulouse) ; N. Marty et M. Courrent (CRESEM, UPVD) ; Archives départementales Pyrénées-Orientales.

Références : doi: 10.1016/j.proeng.2015.04.012 ; http://dx.doi.org/ 10.1007/s11090-017-9816-8, https://doi.org/ 10.1016/j.jasrep.2020.102215.



A. Filament nanocomposite typique de décharges plasmas, miel operculé, rucher Thémis © PROMES
B. Nanoagglomérat de nanofeuillets de TiO_2 à coque de graphène, détail au Microscope Electronique à Transmission (MET) du filament vu en A © PROMES
C. Pétales de cires d'abeille et filaments nanocomposites dans des résidus d'activités de chasseurs néandertaliens. Abri du Maras, vallée de l'Ardèche (Fouilles MH Moncel, UMR 7194 MHN) © PROMES
D. Nanoparticules de TiO_2 et Fe_3O_4, détail au MET du filament vu en C © PROMES
E. Filaments et agrégat de nanocomposites polymères dans un cierge ancien (début XX^{ème} siècle, Abbaye de Saint-Michel de Cuxa) © PROMES

© Unsplash - Sushobhan Badh

Les unités de recherche de l'UPVD

ART-Dev
UMR 5281 CNRS-UPVD-UPVM-CIRAD-UM

Acteurs, Ressources et Territoires dans le Développement

Géographie : dynamiques des territoires urbains et ruraux, aménagement durable, développement local dans les pays du Nord et du Sud.

BAE - LBBM
équipe projet de l'USR 3579 CNRS-Sorbonne Université

Biocapteurs, Analyses, Environnement

Environnements : étude des impacts anthropiques sur la qualité de l'eau, biocapteurs et nouveaux outils analytiques.

CDED
EA UPVD 4216

Centre du Droit Economique et du Développement

Droit : droit privé (droit de la consommation et de la concurrence) et droit public (amélioration de la gouvernance administrative et scientifique).

CEFREM
UMR 5110 CNRS-UPVD

Centre de Formation et de Recherche sur les Environnements Méditerranéens

Géosystèmes et écosystèmes aquatiques : fonctionnement et évolution du continuum terre-mer sous l'effet du changement global.

CORHIS
EA UPVM-UPVD

Communication, Ressources Humaines et Intervention Sociale

Sociologie : communication, transformation et intervention sociale.

CRESEM
EA 7397 UPVD

Centre de Recherches Historiques sur les Sociétés et Environnements en Méditerranées

Histoire, histoire des arts, littérature, sociologie, droit comparé : histoire, arts et patrimoines des sociétés méditerranéennes.

CRIOBE
USR 3278 EPHE-PSL-UPVD-CNRS

Centre de Recherches Insulaires et Observatoire de l'Environnement

Récifs coralliens : étude de l'origine et du maintien de la biodiversité, de l'écologie chimique, de la chimie de l'environnement. Implanté à Perpignan et à Moorea en Polynésie française.

DALI-LIRMM
UMR 5506 CNRS-UM

Digits, Architectures et Logiciels Informatiques

Informatique : amélioration de la qualité numérique et de la haute performance des calculs.

FAiD
FED 4264 UPVD-IRD

Fédération d'Aide pour le Développement

Aide pour le développement : Structure transversale à l'UPVD.

FREE
FR 2043 UPVD-CNRS

Fédération de Recherche Energie Environnement

Energie et environnement : procédés durables, gestion et santé des écosystèmes - changements globaux et ressources naturelles - transition énergétique. Structure transversale à l'UPVD.

HNHP
UMR 7194 CNRS-MNHN-UPVD

Histoire Naturelle de l'Homme Préhistorique

Préhistoire : préhistoire naturaliste et interdisciplinaire, ancrée dans une démarche patrimoniale. Lignée humaine, environnements, comportements et temps long. Fouilles, entre autres, à la Caune de l'Arago : l'Homme de Tautavel -560 000 ans.

IHPE
UMR 5244 CNRS-UPVD-IFREMER-UM

Interactions, Hôtes, Pathogènes, Environnements

Biologie et écologie : écologie et évolution des systèmes hôte-parasite.

IMAgES-EspaceDev
équipe projet de l'UMR 228 IRD-UM-UAG

Institut de Modélisation et Analyses en Géo-Environnement et Santé

Environnements : acidification des océans, méthodes de modélisation.

LAMPS
EA UPVD 4217

Laboratoire de Mathématiques et Physique

Mathématiques et Physique : modélisation, analyse et simulations numériques avec applications à la mécanique, la chimie-physique et aux sciences de l'ingénieur.

LEPSA
EA UPVD 4640

Laboratoire Européen Performance, Santé, Altitude

Physiologie et physiopathologie : analyse des déterminants physiologiques et environnementaux de l'optimisation de la performance, ainsi que leurs conséquences sur la santé physique et mentale des sportifs. Situé à proximité du Centre national d'entraînement en altitude à Font-Romeu.

LGDP
UMR 5096 CNRS-UPVD

Laboratoire Génome et Développement des Plantes

Biologie : étude de l'organisation du génome des plantes et la régulation des gènes, plus particulièrement leur rôle dans le développement des plantes et leur adaptation aux stress biotique et abiotique.

MRM
EA 4557 UM-UPVM-UPVD-MBS

Montpellier Research in Management

Economie et management : la production, la performance managériale, le tourisme.

PROMES
UPR 8521 CNRS - convention UPVD

Procédés, Matériaux et Energie Solaire

Energie solaire et matériaux : solaire à concentration, matériaux et conditions extrêmes, conversion, stockage et transport de l'énergie. Implanté à Perpignan, Odeillo (grand four solaire), Targassonne (Thémis, centrale solaire).

Université de Perpignan Via Domitia
52 avenue Paul Alduy
66 860 Perpignan Cedex 9
+33 (0)4 68 66 20 00
www.univ-perp.fr