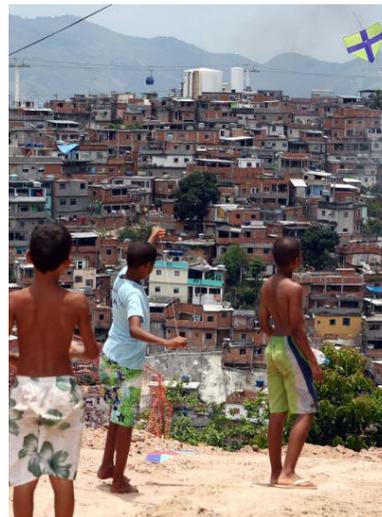


# le mag' UPVD



Le magazine de l'Université de Perpignan Via Domitia

Hors-série 4



L'UPVD  
face aux  
défis  
de la recherche



Décembre 2014

## Sommaire



## L'UPVD face aux défis de la recherche

5 - Editorial : l'UPVD face aux défis de la recherche

6 - Stratégie Nationale de Recherche (SNR) : dix grands défis nationaux

50 - Liste des unités de recherche de l'UPVD



## Fonctionnement du vivant et écologie

8 - La SNR et la recherche de l'UPVD

10 - Les plantes s'adaptent à leur environnement grâce à leurs propriétés antioxydantes

12 - Emergence de la Bilharziose en Corse

14 - Dix ans de recherche sur les requins

16 - Autophagie, exercice physique et remodelage cellulaire



## Energies renouvelables, procédés et matériaux associés

16 - La SNR et la recherche de l'UPVD

20 - Réchauffer les étoiles pour épargner nos rivières



## Méditerranées : cultures, territoires, patrimoines, marchés

22 - La SNR et la recherche de l'UPVD

24 - L'encadrement de l'occupation des sols en zone littorale

26 - Pour une théorie de la lecture

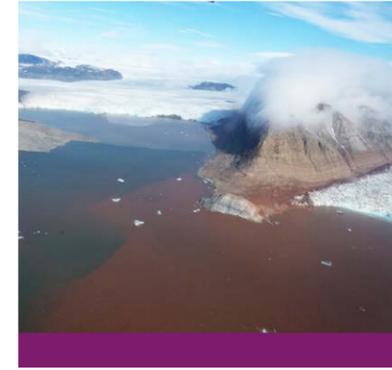
28 - Les chasseurs-cueilleurs du Tardiglaciaire face au réchauffement climatique en Pyrénées

30 - Ennui du numérique, l'identifier pour motiver

32 - La territorialisation des politiques de lutte contre la pauvreté en France et au Brésil

34 - Université du patrimoine de Carcassonne : regards pluridisciplinaires sur les médiations du patrimoine urbain

36 - La spécificité de la recherche en droit comparé, quelques obstacles matériels à surmonter



## Dynamique des environnements et des anthroposystèmes

38 - La SNR et la recherche de l'UPVD

40 - Les planeurs sous-marins en Méditerranée : une technologie innovante pour caractériser les eaux du Golfe du Lion

42 - Bio-essais et bio-capteurs pour l'étude des herbicides utilisés en maïsiculture



## Théorie, systèmes complexes, modélisation

44 - La SNR et la recherche de l'UPVD

46 - Mathématiques tropicales

48 - Les nombres réels sur un processeur entier



Alaska, USA © Alvarez-Zarikian

Le navire *Joides Resolution* dans le port de Valdez avant le départ de l'expédition internationale *IODP 346 Asian Monsoon* à laquelle participe Maria-Angella Bassetti, Maître de Conférences au laboratoire CEFREM, afin d'étudier l'évolution de la mousson Est Asiatique au travers des dernières cinq millions d'années.

## Editorial : l'UPVD face aux défis de la recherche

Chers lecteurs,

Le Hors Série Recherche (HSR) du Mag'UPVD est devenu un rendez-vous biannuel bien établi, semble-t-il apprécié et attendu. Nous sommes heureux de pouvoir vous offrir à nouveau un instantané vulgarisé de notre recherche constitué d'une compilation d'un article de deux pages par unité de recherche sur un sujet de leur choix.

Après avoir organisé et illustré ces contributions selon nos axes stratégiques d'établissement dans le HSR n°2 ou de nos sites emblématiques dans le HSR n°3 pour mieux les expliciter, c'est tout naturellement que s'est imposée pour ce n°4 une mise en adéquation de ces sujets d'étude avec la toute récente Stratégie Nationale de Recherche. Cette SNR, déjà évoquée dans un article spécifique du Mag'UPVD n° 16 (Juin-Juillet 2014), est le fruit d'un travail communautaire national qui a permis d'identifier dix défis pour notre recherche nationale.

A la lecture des articles fournis par nos laboratoires, il est clairement apparu qu'ils illustrent parfaitement combien nos activités sont doré et déjà fortement impliquées sur la plupart de ces défis. Ceux-ci, succinctement rappelés en pages 6-7 de ce numéro, couvrent en effet de vastes domaines tels que la gestion sobre des ressources et l'adaptation au changement climatique, le besoin en énergies propres, sûres et efficaces, la sécurité alimentaire ou les systèmes urbains durables,... autant d'exemples de thèmes chers à notre communauté.

Ainsi, alors que l'université se questionne à juste titre sur sa place et son rôle qu'elle tient et qu'elle souhaite tenir dans la société, il semble donc que sa recherche réponde déjà massivement aux grands enjeux de l'humanité. Sans vouloir vous dévoiler toutes les surprises qui vous attendent au fil des pages, je ne résiste pas au plaisir de vous livrer deux de mes morceaux choisis. S'il est exact que l'Homme doit absolument parvenir à s'adapter aux changements climatiques, nos préhistoriens nous racontent qu'au Paléolithique il y est parvenu en opérant une réelle mutation sociale avec à la clef de nombreuses innovations technologiques ! Ces recherches nous invitent donc à prendre du recul et sans aucun doute à aborder ces enjeux avec plus de sérénité et d'optimisme. Mais notre capacité à accepter le changement et à nous approprier les innovations qui accompagnent les mutations sociales n'efface pas les caractères propres à l'humain, ce qu'illustre avec humour l'article dédié à l'ennui du numérique.

Souhaitant que ces exemples choisis parmi nos nombreux articles puissent aiguïser votre curiosité, je vous laisse donc le plaisir de les lire et de les partager autour de vous.

Xavier PY

Vice Président Recherche UPVD

## Stratégie Nationale de Recherche : dix grands défis sociétaux



Antarctique © Franck TOURATIER, laboratoire IMAGES, programme de recherche MINERVE : étude des variabilités saisonnières de la pression partielle de CO<sub>2</sub> (pCO<sub>2</sub>) et du Carbone Inorganique Total dans les eaux de surface en association avec les mesures hydrologiques et biogéochimiques in-situ.

Article établi à partir des bilans des ateliers sur les dix défis (voir site du Ministère de l'Éducation Nationale, de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche sur la SNR)

Initiée par la loi sur l'enseignement supérieur et la recherche du 22 juillet 2013, la Stratégie Nationale de Recherche (S.N.R.) vise " à répondre aux défis scientifiques, technologiques, environnementaux et sociétaux en maintenant une recherche fondamentale de haut niveau. " En phase avec l'Agenda stratégique de la recherche et de l'innovation France Europe 2020, la S.N.R. s'est attelée aux dix grands défis des décennies à venir :

### 1- Gestion sobre des ressources et adaptation au changement climatique

Ce défi se situe dans le contexte de la transition actuelle qui engage tous les fondements de la société autour des enjeux de l'environnement, des ressources naturelles, de l'alimentation, du climat et des territoires. Cette transition environnementale est clairement porteuse d'enjeux sociétaux mais également source d'innovation et de développements technologiques.

Ce défi a pour ambition de parvenir à une gestion saine et durable de la planète et de l'ensemble de ses ressources naturelles, qu'elles soient biologiques, minérales, énergétiques, continentales ou marines, dans une optique de préservation tant de l'Homme que de l'environnement et dans un contexte de changement climatique avéré.

### 2- Une énergie propre, sûre et efficace

L'énergie constitue l'un des domaines dans lesquels la transition vers un système plus durable constitue un enjeu vital pour l'avenir de nos sociétés. Cinq priorités pour une énergie propre, sûre et efficace ont été définies :

- Gestion dynamique des systèmes énergétiques pour l'intégration des énergies renouvelables (en France et dans le monde) : vecteur hydrogène, stockage et interconversion des vecteurs, réseaux intelligents
- Socio-économie, prospective et gouvernance multi-échelles de la transition énergétique (globale, nationale et locale), optimisation des interfaces, énergie et territoires
- Matériaux stratégiques pour les sys-

tèmes énergétiques, méthodes de production et de recyclage innovantes

- Substitution au carbone fossile pour l'énergie et la chimie (stocks, flux) : bioénergies, chimie biosourcée, valorisation du carbone
- Efficacité énergétique : bâtiments, transports, systèmes productifs, comportements d'acteurs, logiques collectives et innovations, dispositifs d'incitation et de diffusion.

### 3- Stimuler le nouveau industriel

Il est stratégique pour l'avenir de la France qu'elle conserve et développe son industrie, structurante pour la société et gage d'exportations. Ceci ne sera possible que par une irrigation de l'industrie en innovations scientifiques et technologiques sur les produits, les procédés et les systèmes de production dans leur ensemble. L'affirmation d'une France industrielle représente également un objectif de reconquête sociétale qu'il ne faut pas sous-estimer.

### 4- Santé et bien-être

Les recherches en santé, quelle que soit la discipline concernée, convergent

vers un objectif commun : « mieux connaître l'humain dans l'individu, la personne et la société afin de garantir la meilleure santé possible le plus longtemps possible ». En regard de cet objectif commun, les principes suivants ont été retenus :

- Affirmer la nécessité absolue de maintenir une recherche fondamentale motivée par la curiosité scientifique
- Créer les conditions pour satisfaire les priorités thématiques définies par les différents acteurs de la santé
- Mettre la personne au centre de la recherche en santé
- Lutter contre les inégalités sociales de santé
- Aider à la prise de décisions en référence à des représentations scientifiques de la santé et de son contexte social et économique.

### 5- Sécurité alimentaire et défi démographique

La poursuite de la croissance démographique mondiale, la convergence des régimes nutritionnels plus riches en protéines d'origine animale, le mouvement de concentration urbaine des populations dans de grandes mégapoles, le vieillissement des populations soulèvent de nouvelles questions économiques, sociologiques et scientifiques. Aujourd'hui, pour des raisons multiples, près d'un milliard d'humains souffrent de sous-alimentation et deux milliards de malnutrition, tandis qu'un demi-milliard est atteint par l'obésité. Trois priorités ont été retenues :

- Concevoir des systèmes alimentaires plus sains, durables, innovants et moteurs du développement économique
- La bioéconomie, de la production aux usages des biomasses, l'intégration des chaînes de valeur dans les territoires
- Innovations pour la performance et la durabilité des écosystèmes productifs.

### 6- Mobilité et systèmes urbains durables

Les villes constituent des espaces-temps dans lesquels évoluent non seulement les résidents mais aussi de nombreux visiteurs nationaux et étrangers. Les villes étant des objets à la fois physiques, écologiques, techniques et sociétaux, exigent des approches pluridisciplinaires de chacun de leurs composants pour en assurer le développement et la durabilité. Quatre priorités ont été définies :

- Visions intégrées pour des systèmes urbains durables : diagnostics, modélisations et scénarii
- Services et technologies innovants pour une mobilité durable : évaluations, pratiques et usages
- Aménagement des villes, outils et technologies pour la transition énergétique et écologique, et la qualité de la vie urbaine : du bâtiment au quartier
- Optimisation et intégration des infrastructures et des réseaux urbains.

### 7- Société de l'information et de la communication

La société de l'information et de la communication nous engage dans une profonde rupture de civilisation. Une rupture du même ordre que celle de l'écrit, qui a démarré l'Histoire, ou celle de l'imprimerie, qui en a marqué la Renaissance. La rupture du numérique nous entraîne dans une succession de révolutions conceptuelles, individuelles et sociales. Le numérique imprègne tous les secteurs de la vie des individus et des groupes sociaux. Il bouleverse les modalités de communication et d'interaction de tous. Il transforme de plus en plus nos modes de pensée et d'appréhension du monde. Il recouvre des enjeux économiques, sociaux et humains d'une portée majeure. La révolution numérique est mondiale. Elle se décline en composantes technologiques, mais aussi en des composantes humaines et sociales, en structuration d'une nouvelle société et de nouveaux modes de pensée.

### 8- Sociétés innovantes, intégrantes et adaptatives

Les sociétés connaissent de profondes transformations et voient leurs repères fondamentaux bouleversés, comme le rapport au temps et à l'espace révolutionné par le numérique ou la globalisation. Cela concerne les hommes et leur façon de s'organiser, comme leur relation à l'environnement naturel (faune, flore, ressources...), socio-économique (ville, technologie...) et culturel (diversité culturelle, patrimoine et création, numérique, démocratisation de la culture et de l'éducation, etc.). Ce défi s'interroge sur la capacité des sociétés à innover, à renforcer l'intégration de leurs populations et à s'adapter aux changements. Il entend ainsi saisir les freins et les leviers à l'innovation, l'intégration et l'adaptation des sociétés.

### 9- Une ambition spatiale pour l'Europe

Le spatial est au carrefour de divers enjeux : de souveraineté (défense, affaires étrangères, transports...), de développement socio-économique et industriel, de recherche scientifique et technologique, de connaissance et de société (environnement, changement climatique) et de progrès dans les moyens de communication et de localisation. Le domaine spatial connaît actuellement des évolutions profondes dues à des phénomènes d'origines diverses comme la multiplication accélérée des services reposant directement ou indirectement sur des systèmes spatiaux, ou encore l'explosion de nouvelles technologies (numériques, robotiques, nanotechnologies...)

### 10- Liberté et sécurité de l'Europe, de ses citoyens et de ses résidents

rapport non encore paru



Polynésie française, © Michel VEUILLE, EPHE, laboratoire CRIOBE

## Fonctionnement du vivant et écologie

Au sein de cet axe stratégique de l'UPVD, les quatre premiers articles illustrent déjà clairement notre investissement dans cinq des dix défis de la SNR. L'adaptation des plantes à leur environnement et en particulier au changement climatique (défi 1), sujet stratégique étudié au LGDP, a des conséquences immédiates sur la sécurité alimentaire (défi 5). L'OMS a mandaté le 2EI sur un problème de santé humaine (défi 4) mettant en jeu la sécurité (défi 10) des touristes en Corse de par l'émergence de la Bilharziose. Le CRIOBE démontre que les requins sont victimes d'une surexploitation pour le commerce de leurs ailerons (défis 1 et 5) qui met en danger l'équilibre de tout un écosystème. Enfin, le LPSA montre que l'exercice physique est bien une des meilleures stratégies pour prévenir les troubles métaboliques (défi 4) mais qu'il est aussi capable d'induire des adaptations morphologiques ainsi que des modifications du métabolisme énergétique.

- Les plantes s'adaptent à leur environnement grâce à leurs propriétés antioxydantes - 10
- Emergence de la Bilharziose en Corse - 12
- Dix ans de recherche sur les requins - 16
- Autophagie, exercice physique et remodelage cellulaire

## Les plantes s'adaptent à leur environnement grâce à leurs capacités antioxydantes

### LGDP \*

Jean-Philippe Reichheld  
Directeur de Recherche CNRS  
Equipe « Fonctions des rédoxines dans le développement de la plante et la réponse au stress »

Contact:  
jpr@univ-perp.fr

Site internet : <http://lgdp.univ-perp.fr/>

Financement : CNRS, UPVD, ANR



Comme les plantes sont immobiles, elles ne peuvent pas échapper aux contraintes de leur environnement. Parmi ces contraintes, celles qui réduisent le plus les rendements agricoles sont les variations de la température, la sécheresse et les attaques par les agents infectieux (virus, parasites, insectes). Pour maintenir une demande de production agricole toujours plus grande, il est nécessaire d'augmenter la taille de terres arables. Cette augmentation se fait notamment au détriment des zones forestières. Ainsi, une meilleure compréhension des mécanismes qui gouvernent la résistance des plantes contre les contraintes environnementales pourrait permettre d'augmenter la production agricole. Nous savons depuis longtemps que l'oxygène joue un rôle primordial pour les organismes vivants. Il est un élément vital puisqu'il est nécessaire à la respiration. Les plantes produisent de l'oxygène grâce à la photosynthèse, mais elles l'utilisent également pour leurs propres besoins : synthétiser des acides aminés ou assimiler des métabolites nécessaires à leur développement, comme les nitrates du

sol. Le paradoxe est qu'en même temps qu'étant nécessaire à la vie, l'oxygène est également potentiellement dangereux. En effet, la molécule d'oxygène ( $O_2$ ) peut facilement se transformer en dérivés réactifs de l'oxygène (DRO) qui oxydent des constituants vitaux de la cellule tels que les protéines, l'ADN et les membranes lipidiques. L'accumulation incontrôlée de DRO (appelée stress oxydant) a des effets néfastes qui peuvent aboutir à la mort de la cellule, voire de l'organisme tout entier.

La surproduction de DRO n'est pas seulement observée chez les plantes mais aussi dans de nombreuses maladies telles que le cancer, la maladie d'Alzheimer, de Parkinson et est une des causes du vieillissement. Les plantes sont tout particulièrement soumises aux effets délétères de concentrations importantes de DRO. Ces DRO proviennent des activités métaboliques de la cellule telles que la photosynthèse ou la photorespiration, mais également des stress environnementaux tels que la sécheresse, les variations de température ou les agents pathogènes. Une accumu-

lation modérée de DRO et en particulier de sa forme majoritaire, le peroxyde d'hydrogène ( $H_2O_2$ ) peut avoir un effet bénéfique pour l'organisme puisqu'il

« Une meilleure compréhension des mécanismes qui gouvernent la résistance des plantes contre les contraintes environnementales pourrait permettre d'augmenter la production agricole. »

sert de molécule signal pour induire les défenses contre les agressions extérieures (Figure 1).

Pour se prémunir contre l'accumulation excessive des DRO, les plantes comme les autres organismes, disposent d'un système complexe de détoxification des DRO faisant intervenir des petites molécules antioxydantes (vitamines C et E, tocophérol, glutathion, anthocyanes, caroténoïdes,...) ainsi que différentes enzymes (superoxydes dismutases, catalases, peroxydases,...). Le bénéfice de certaines de ces molécules antioxydantes (resveratrol, caroténoïdes,...)

pour la santé humaine est connu. Pour minimiser l'impact du stress oxydant, les plantes adaptent également leur mode de développement, par exemple

en réduisant leur vitesse de croissance (Figure 1).

Notre groupe de recherche étudie les mécanismes de défenses des plantes contre le stress oxydant. Nous étudions tout particulièrement le rôle du glutathion, une petite molécule antioxydante très abondante dans les cellules. Nous avons découvert qu'en plus de ses capacités antioxydantes, le glutathion influence des étapes fondamentales du développement des plantes telles que la fertilité et la croissance. Nous avons également montré que les fonctions du glutathion sont complémentaires

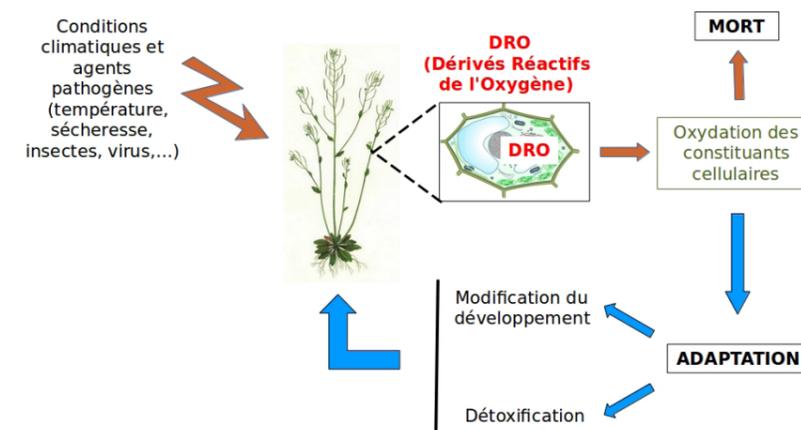


Figure 1: Adaptation des plantes aux stress environnementaux. Les plantes sont soumises à de nombreuses contraintes environnementales qui génèrent des Dérivés Réactifs de l'Oxygène (DRO). Les DRO oxydent les constituants cellulaires, ce qui peut provoquer la mort de l'organisme. En réponse à ce stress oxydant, la plante met en place différents mécanismes de défense permettant de détoxifier les DRO et modifier son développement.

à celles des enzymes qui réduisent les ponts disulfures des protéines (les thio-rédoxines et les glutarédoxines) et qui régénèrent les protéines oxydées. Nous avons récemment découvert qu'une de ces enzymes, une glutarédoxine appelée GrxS17, est nécessaire au développement normal de la plante mais également à la capacité de la plante modèle *Arabidopsis thaliana* à résister aux fortes températures. En effet, des plantes incapables de produire cette protéine poussent moins vite que des plantes « normales » et sont plus sensibles à des températures supérieures



Figure 2: La glutarédoxine GrxS17 est nécessaire à la croissance à température élevée.

à la normale (Figure 2). On retrouve le gène de cette glutarédoxine dans le génome de nombreuses plantes. Ceci nous suggère que cette protéine pourrait jouer des rôles similaires dans l'ensemble des végétaux. Ainsi, nos recherches visent à mieux comprendre les mécanismes d'adaptation mis en place par les plantes au cours de l'évolution. Nos découvertes permettront par ailleurs de participer à l'effort d'amélioration des plantes cultivées au changement de leur environnement.



## Emergence de la Bilharziose en Corse

2Ei\*

Jérôme BOISSIER  
Maître de Conférences UPVD

Contact :  
boissier@univ-perp.fr

Site internet : <http://2ei.univ-perp.fr/>

Financements : OMS, ANSES



### Histoire de l'apparition d'une maladie tropicale en Europe

En avril dernier notre laboratoire Ecologie et Evolution des Interactions (2EI) reçoit une demande d'expertise qui pourrait paraître anodine, de prime abord. Un médecin allemand, le Dr Joachim Richter, nous consulte pour procéder à l'identification d'œufs de parasites. Ces œufs ont été trouvés dans l'urine d'un jeune patient allemand venu en consultation pour une forte hématurie (présence de sang dans les urines).

Jusqu'ici, la procédure est tout à fait habituelle. En effet, le 2EI est centre collaborateur de l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) pour son expertise sur une maladie parasitaire appelée Bilharziose ou encore schistosomiase.

Cette maladie est connue pour sévir dans les zones intertropicales de la planète : 600 millions de personnes sont exposées à cette parasitose, 200 à 300 millions sont infectées et elle cause environ 200 000 décès tous les ans. La Bilharziose est la deuxième maladie parasitaire après le Paludisme. L'infection se fait lors d'un simple contact avec

l'eau douce où une 1<sup>ère</sup> phase larvaire du parasite (la cercaire) nage après avoir été émise par un mollusque (hôte intermédiaire) dans lequel elle s'est multipliée. Cette larve pénètre activement l'épiderme de l'homme (son hôte définitif). Elle gagne ensuite le système sanguin périphérique, se transforme et vient se loger, après une longue migration, dans les veines jouxtant la vessie. Le parasite est alors un ver dont la femelle pond des œufs qui gagneront la vessie et pourront ainsi être libérés par les urines. Si la personne contaminée urine dans l'eau douce, les œufs pourront éclore pour libérer une 2<sup>ème</sup> phase larvaire nageuse (le miracidium) dont la mission sera d'infecter l'hôte intermédiaire mollusque afin de boucler le cycle parasitaire.

Après analyse des œufs prélevés dans l'urine du jeune patient allemand, les chercheurs du 2EI sont formels : ce sont des œufs de *Schistosoma haematobium*, l'agent de la Bilharziose urinaire. Mais ce qui est troublant c'est que ce patient n'a jamais vécu ni voyagé dans les pays où cette parasitose est présente. Cette

énigme trouve un écho lorsqu'un médecin du service de Parasitologie du CHU de Purpan à Toulouse (Pr Antoine Berry) nous contacte à son tour pour une expertise similaire. Cette fois-ci une famille toulousaine est concernée. Un père et ses trois enfants montrent les symptômes de la Bilharziose urinaire et des œufs du même parasite sont trouvés dans leurs urines. Encore une fois, l'anamnèse (récit des antécédents des patients infectés) ne mentionne pas une zone où la Bilharziose urinaire est connue. Cependant, le croisement des informations associées aux « cas allemands et français » révèle un point commun : ils ont tous effectué un séjour, en août 2013, en Corse du sud dans la commune de Sainte Lucie de Porto Vecchio et ils se sont tous baignés dans la rivière du Cavu...

Les chercheurs du 2EI sont alors mandatés par l'OMS ainsi que l'ARS (Agence Régionale de Santé) de Corse du sud pour mener des investigations sur le terrain. Très rapidement les cher-

intermédiaires de cette maladie. Il s'agit d'un Bullin, *Bulinus truncatus*, déjà recensé en Corse au début du siècle dernier. On peut même lire dans un article prémonitoire de Doby et collaborateurs en 1966 dans la revue Annales de Parasitologie : " Le premier cas certain de bilharziose humaine autochtone n'est donc pas inconcevable. La Corse réunit dès à présent, et sans doute encore pour plusieurs années, l'ensemble des conditions requises pour réaliser à l'occasion la chaîne épidémiologique assez inhabituelle

de schistosomes, bulins, homme ". En mai, l'INVS (Institut National de Veille Sanitaire) lance une alerte européenne de dépistage de la Bilharziose. En France, les dépistages par sérologie sont alors multipliés par 5, passant de 5 000 à 25 000... En juin, la baignade dans la rivière du Cavu est interdite jusqu'à nouvel ordre (figure 2). Aujourd'hui, une soixantaine de cas de contamination a été identifiée. Ce chiffre est probablement amené à augmenter dans les mois qui viennent si on considère que le Cavu est la rivière la plus fréquentée de Corse avec 3 000 à 5 000 personnes se baignant tous les jours (figure 1) ! De leur côté, les membres du 2EI poursuivent le travail aussi bien au laboratoire que sur le terrain. Au laboratoire, l'identification génétique du parasite montre que la situation est plus complexe que prévue. En effet, le schistosome incriminé n'est pas un *Schistosoma haematobium* " pur " qui n'infecte que l'homme, mais une

espèce hybride entre *Schistosoma haematobium* et *Schistosoma bovis*. Cette dernière est un parasite de l'animal, en particulier du bétail (moutons, vaches ou chèvres). Ceci implique une situation épidémiologique plus complexe car cet hybride pourrait utiliser des réservoirs animaux (l'animal prenant la place de



Fig.1: ©2ei , Baignade de la famille toulousaine dans la rivière du Cavu, août 2013



Fig. 2 : ©2ei Interdiction de baignade dans la rivière du Cavu, juin 2014

chercheurs du laboratoire identifient dans la rivière du Cavu les mollusques, hôtes

l'homme dans le cycle biologique du parasite) pour alimenter le cycle de transmission. Sur le terrain, les chercheurs sont repartis pour rechercher la présence du parasite dans le bétail mais aussi dans les rongeurs sauvages, hôtes habituels des schistosomes. Heureusement, à ce jour, aucune contamination d'animaux n'a été identifiée, ce qui est un signe rassurant car il simplifierait la stratégie de contrôle de la maladie.

Cette situation et l'interdiction de baignade ont eu un impact socio-économique lourd pour cette zone géographique. Les acteurs socio-professionnels vivants de l'activité touristique attendent avec impatience les conclusions du laboratoire 2EI (prévues pour avril 2015) pour savoir si la rivière pourra être ouverte à la baignade avant la prochaine saison estivale.

## Dix ans de recherche sur les requins

### CRIOBE\*

Serge PLANES  
Directeur de Recherche CNRS  
DECU EPHE  
Directeur du CRIOBE

Johann MOURIER

Contact :  
planes@univ-perp.fr

Site internet : www.criobe.fr

© photos : T. VIGNAUD, J. MOURIER



Requin à pointes noires rodant dans un lagon de Polynésie française.

Les requins ont une place unique dans l'imaginaire de l'Homme que ce soit au travers du récit d'Ernest Hemingway dans « *L'Homme et la mer* » ou du scénario des « *Dents de la mer* » de Steven Spielberg. On retrouve cette place, au travers de dessins ou de traditions orales à l'origine même des civilisations humaines. Le présent des requins est bien plus tragique, marqué par une sur-exploitation cyclique pour leur ailerons consommés dans le sud-est asiatique, avec la destruction de plus de 95% de stocks de certaines espèces. Les requins sont particulièrement vulnérables à toute exploitation en raison d'une grande longévité, une faible fécondité, une maturité tardive et généralement de petites tailles de population. Le déclin des populations de requins représente surtout une véritable catastrophe écologique tant leur rôle de « top-prédateur » dans les écosystèmes est essentiel aux équilibres alors qu'il a été démontré que les requins contribuent à augmenter les productions des écosystèmes.

Aussi surprenant que cela puisse pa-

raître les requins restent encore très méconnus probablement en raison de la difficulté à mettre en place des projets de recherche sur ces animaux très mobiles, de grande taille et toujours difficile à manipuler. Devant les menaces sur les requins et face à certains manques de connaissance et au titre du principe de précaution, la Polynésie fut le premier territoire, dès 2006, à mettre en place un sanctuaire pour les requins sur l'ensemble de sa zone d'exclusivité économique de plus de 5,5 millions de km<sup>2</sup>. Depuis cette démarche a été reprise sur Palau, dans les Kiribati, en Australie.

Dans la continuité de cette protection, une demande émanant du gouvernement polynésien a été entreprise afin de lancer des études permettant de mieux comprendre l'écologie et le fonctionnement des populations de requins en Polynésie et ainsi de mieux appréhender leur degré de vulnérabilité.

Les études menées par le CRIOBE depuis 2005 se sont intéressées à plusieurs aspects de l'écologie des requins. Par

l'utilisation de la télémétrie acoustique et le marquage des requins, le laboratoire s'est intéressé aux déplacements et à l'utilisation spatiale du requin à pointes noires (*Carcharhinus melanopterus*) autour de l'île de Moorea et s'intéresse maintenant aux déplacements à échelle régionale des requins citron (*Negaprion acutidens*) et des requins tigre (*Galeocerdo cuvier*) sur l'archipel de la Société. Les résultats préliminaires sur les requins à pointes noires montrent qu'ils sont fortement attachés à un territoire restreint du récif et effectuent des déplacements réguliers et prédictibles le long de cette zone. Cette résidence accrue et le partage de petits territoires ont poussé à chercher à mieux comprendre l'organisation de ces populations à fine échelle prenant en compte la structuration spatiale des individus et leurs interactions sociales. Dans le cadre de ces travaux, le CRIOBE a développé des méthodes de photo-identification permettant de distinguer chaque individu par des marques spécifiques sur leur corps (comme sur les mammifères marins) et de les suivre en plongée. Par une approche novatrice en adaptant les techniques analytiques des réseaux sociaux, cette étude a pu mettre en évidence que ces petits requins structuraient leur population à l'échelle de quelques kilomètres et que cette structure s'expliquait en partie par les interactions sociales entre individus. En effet, de manière surprenante, ces requins s'associent préférentiellement avec certains de leurs congénères et évitent la compagnie d'autres tout en formant des communautés sociales partageant certains territoires. Parallèlement, le CRIOBE a développé des approches originales afin de mieux comprendre la reproduction des requins de récif et de décrire le recrutement des populations à l'échelle d'une île ou d'un groupe d'îles. Des observations liées à la reproduction couplées à des analyses hormonales ont permis de déterminer la taille à maturité sexuelle des requins ainsi que la période de reproduction.

De manière plutôt novatrice, le laboratoire a utilisé des analyses génétiques de parenté permettant d'associer les nouveau-nés échantillonnés dans leurs nurseries à leurs parents potentiels à partir d'échantillons d'ADN et permettant ainsi de retracer l'utilisation des nurseries par les femelles ainsi que leurs migrations. Il a ainsi été démontré que les femelles revenaient mettre bas à chaque fois sur la même nurserie suggérant aussi qu'elles reviendraient sur leur lieu de naissance à l'image des tortues ou des saumons. Ce programme de recherche se poursuit sur le long-terme afin de vérifier cette hypothèse.



Scientifique relâchant un requin citron après avoir effectué un prélèvement de tissu pour extraire l'ADN.

Le CRIOBE a aussi effectué des analyses de génétique des populations afin de mieux comprendre la structuration génétique d'un requin de récif à l'échelle régionale de la Polynésie mais aussi sur son aire de répartition Indo-Pacifique. Ces analyses ont notamment permis de comprendre le degré de connectivité entre les populations ainsi que leur évolution démographique. Enfin, depuis 2005, le CRIOBE a effectué des sui-

vis des activités touristiques de nourrissage des requins en plongée afin d'évaluer les effets de cette activité sur l'écologie des requins, répondant ainsi à une demande d'information locale et même internationale sur la pratique de cette activité. L'ensemble de ces études ont permis non seulement d'améliorer nos connaissances sur l'écologie et le comportement des requins mais aussi de mieux appréhender le degré de vulnérabilité des populations de ces espèces globalement en déclin dans le monde.

Au travers de ces recherches décrites ci-dessus mais aussi en raison d'une implication internationale, le CRIOBE s'associe aux meilleures équipes de recherche. Ainsi le CRIOBE a récemment organisé un workshop à Moorea (13 au 17 octobre 2014) qui a réuni plusieurs organismes internationaux. Le but de ce colloque a été de traiter de la relation entre l'homme et le requin dans le Pacifique à travers l'écotourisme, le nourrissage et la pêche, mais aussi la crainte du requin, pour arriver à obtenir un "état des lieux" qui sera transmis aux décideurs politiques avec des points importants à prendre en compte pour la survie de l'espèce.

### Articles cités

Clua, E., Buray, N., Legendre, P., Mourier, J., & Planes, S. (2010). Behavioural response of sicklefin lemon sharks *Negaprion acutidens* to underwater feeding for ecotourism purposes. *Marine Ecology Progress Series*, 414, 257-266.

Mourier, J., Vercelloni, J., & Planes, S. (2012). Evidence of social communities in a spatially structured network of a free-ranging shark species. *Animal Behaviour*, 83(2), 389-401.

Mourier, J., & Planes, S. (2013). Direct genetic evidence for reproductive philopatry and associated fine-scale migrations in female blacktip reef sharks (*Carcharhinus melanopterus*) in French Polynesia. *Molecular ecology*, 22(1), 201-214.

Mourier, J., Buray, N., Schultz, J. K., Clua, E., & Planes, S. (2013). Genetic Network and Breeding Patterns of a Sicklefin Lemon Shark (*Negaprion acutidens*) Population in the Society Islands, French Polynesia. *PLoS one*, 8(8), e73899.

Vignaud, T. M., Mourier, J., Maynard, J. A., Leblois, R., Spaet, J., Clua, E., ... & Planes, S. (2014). Blacktip reef sharks, *Carcharhinus melanopterus*, have high genetic structure and varying demographic histories in their Indo-Pacific range. *Molecular ecology*, 23(21), 5193-5207.

# Autophagie, exercice physique et remodelage cellulaire

## LPSA\*

Anthony MJ SANCHEZ  
Maître de Conférences UPVD

Contact :  
anthony.sanchez@univ-perp.fr

Comment l'exercice physique améliore le renouvellement des composants de nos cellules.



## Du nouveau dans le muscle

L'exercice physique représente un stimulus capable d'induire d'importantes modifications de l'activité d'acteurs cellulaires impliqués dans des adaptations morphologiques (changement de la taille de la cellule) ainsi que dans des modifications du métabolisme énergétique. Parmi ces acteurs, il a été récemment mis en évidence que l'exercice régulait les systèmes permettant de renouveler les protéines ainsi que les différents organites (ou organelles) composant la cellule musculaire. La relevance physiologique de ces éléments émerge depuis peu.

## L'autophagie est un acteur essentiel au fonctionnement cellulaire

Pour être davantage précis, la synthèse des protéines est régie principalement par la modulation de la voie des protéines kinases PI3K/Akt/MTOR impliquée dans l'initiation des processus de traduction protéique. La dégradation est régulée par deux grands systèmes : le système ubiquitine-protéasome et

la voie autophagique-lysosomale. Ce dernier système, communément appelé "macroautophagie" a longtemps été négligé dans le tissu musculaire. Il a pourtant été désigné initialement comme étant un mécanisme de survie mettant en jeu des vésicules, les autophagosomes, responsables de la capture d'éléments cellulaires non indispensables, afin de faire face à des stress énergétiques comme le jeûne. Ces éléments sont ensuite conduits à une deuxième vésicule, le lysosome, contenant le matériel nécessaire à la dégradation de l'autophagosome et de son contenu. De manière importante, l'autophagie s'est vue très récemment attribuée un rôle crucial dans le remodelage du muscle à l'exercice chronique. L'autophagie permet notamment d'améliorer le renouvellement des mitochondries via une autophagie sélective appelée "mitophagie" et de maintenir ainsi un pool fonctionnel de mitochondries. Ce mécanisme constitue le véritable "label rouge" de la cellule et présente un intérêt à la fois dans la pathologie car il participe au maintien de la cellule en "bonne santé", mais également dans les

sciences du sport puisqu'il est en relation directe avec l'aptitude aérobie du muscle.

## Les facteurs influençant l'autophagie à l'exercice aigu

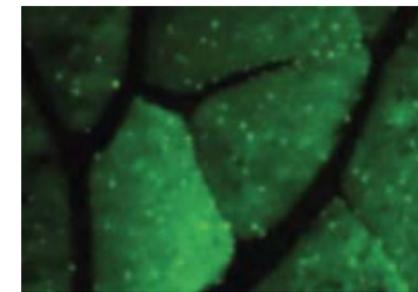


Fig. 1: Observation de vésicules autophagiques par microscopie au cours de l'exercice d'endurance. D'après He et al. (2012). Nature, 481: 511-515.

Les facteurs régulant la voie autophagique durant l'exercice ont été récemment discutés dans la littérature (Sanchez et al., 2014) (Figure 1). Il semblerait que l'exercice d'endurance soit la principale modalité permettant d'induire l'autophagie chez la personne saine, en particulier lorsque l'épreuve est conduite pendant plus d'1h30. Le régime de contraction excentrique, générant des dommages plus importants et rencontré typiquement lors de la course en descente, apparaît comme le type d'effort pour lequel le mécanisme d'autophagie possède le rôle le plus important (LoVerso et al., 2014). Au cours de l'exercice, le phénomène autophagique permet notamment de prévenir les dommages mitochondriaux induits par un stress cellulaire exacerbé. Sans autophagie, le stress oxydant généré par des mitochondries défectueuses devient incontrôlable et même délétère pour la cellule. D'autres hypothèses, comme son rôle dans la fourniture d'acides aminés pouvant ainsi participer à l'apport énergétique (environ 6%) au cours d'exercices prolongés (*i.e.* l'ultramarathon) ont été évoquées mais restent à être validées.

Il est à noter que l'exercice en endurance présente un avantage comparé à l'exercice en résistance car ce dernier augmente l'activité du système autophagique seulement lorsqu'il est réalisé en chronique et chez le sujet âgé. Par ailleurs, l'activité du système autophagique (en particulier l'autophagie mitochondriale) peut être amplifiée lorsque l'exercice est conduit à jeun (Jamart et al., 2014). Une hypothèse plausible est que cette réponse puisse être en mesure de générer une adaptation génique qui consisterait à augmenter davantage le réseau mitochondrial. Enfin, une étude très récente vient de

notamment dans le cadre du modèle hypoxique développé au sein du laboratoire LPSA de Font-Romeu. Chez l'homme, le mécanisme d'autophagie a très peu été étudié, en particulier dans des conditions d'hypoxie telles que l'altitude. L'hypoxie chronique conduisant à une modification du métabolisme oxydatif, il est fort probable que les mécanismes d'autophagie, en particulier l'autophagie mitochondriale, soient modifiés lors d'une telle exposition. De même, l'exercice d'endurance étant un puissant modulateur de l'autophagie (Sanchez et al., 2014), ses effets combinés avec l'exposition en altitude demandent à être caractérisés.

L'exercice physique étant l'une des meilleures stratégies pour maintenir la masse musculaire et prévenir les troubles métaboliques, l'approche cellulaire représente un intérêt majeur pour lutter contre un spectre large de pathologies, comme par exemple la BPCO

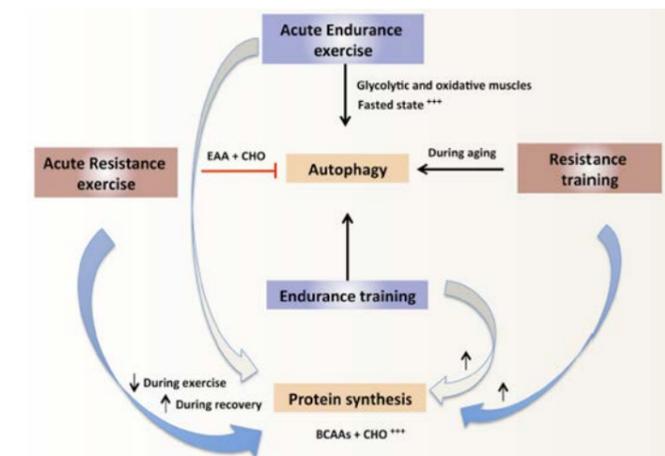


Fig. 2: Régulation du système autophagique par l'exercice physique. D'après Sanchez et al. (2014). Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol. 307: 956-969.

mettre en évidence une augmentation de l'expression d'un marqueur de l'autophagie médiée par les protéines chaperonnes (une forme spécifique d'autophagie) au cours d'une expédition en haute altitude (Mt. Everest) (Levett et al., 2014). La signification biologique demande à être caractérisée et laisse penser que l'autophagie pourrait notamment servir de carburant en recyclant des composés cellulaires non essentiels dans le cas d'une telle exposition.

## Des perspectives d'études

Les perspectives sont nombreuses,

caractérisée par une diminution des fonctions respiratoires et musculaires.

## Références :

- He C et al. (2012). Exercise-induced BCL2-regulated autophagy is required for muscle glucose homeostasis. Nature, 481: 511-515.
- Jamart C et al. (2014). Higher activation of autophagy in skeletal muscle of mice during endurance exercise in the fasted state. Am J Physiol Endocrinol Metab. 305(8): E964-74.
- Levett D et al. (2014). Changes in muscle proteomics in the course of the Caudwell Research Expedition to Mt. Everest. Proteomics. In press.
- LoVerso F et al. (2014). Autophagy is not required to sustain exercise and PRKAA1/AMPK activity but is important to prevent mitochondrial damage during physical activity. Autophagy. In press.
- Sanchez AMJ et al. (2014). Autophagy is essential to support skeletal muscle plasticity in response to endurance exercise. Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol. 307: 956-969.



Burkina Faso

## Energies renouvelables Procédés Matériaux associés

La production d'électricité à l'aide de centrales électrosolaires thermodynamiques permet de réduire les émissions de gaz à effet de serre (défi 2). Cependant, de telles centrales destinées aux zones arides doivent s'affranchir de leurs besoins en eau (défi 1) aujourd'hui nécessaires à leur refroidissement. Comme illustré dans cet article de PROMES, cela est rendu possible par une innovation intégrée au champ solaire (défi 8) ouvrant pour nos partenaires industriels un facteur différenciant sur le marché (défi 3).

Réchauffer les étoiles pour  
épargner nos rivières - 18

## Réchauffer les étoiles pour épargner nos rivières

### PROMES \*

Xavier PY  
Professeur UPVD

Contact :  
py@univ-perp.fr

Site internet : [www.promes.cnrs.fr](http://www.promes.cnrs.fr)  
Site du projet ANR : <http://dryrsp.univ-perp.fr/>

Financement : ANR SEED programme  
DryRSP

*L'eau est abondamment utilisée pour le refroidissement des centrales thermiques de production d'électricité, y compris solaires. Le projet ANR DryRSP a pour objectif de développer des centrales solaires thermodynamiques à refroidissement sec, voir productrices d'eau...*



Champ d'héliostats, Gemasolar, Espagne

En Europe, 30% de l'usage de l'eau sont actuellement consacrés au refroidissement des centrales électriques. Comparativement, en France 64% des prélèvements et 22% de la consommation d'eau servent à la production d'électricité. Dans le cadre du réchauffement climatique induisant peu à peu une augmentation du stress hydrique, l'eau devient plus que jamais une ressource plus fondamentale que l'électricité. La transition énergétique doit donc nécessairement non seulement mobiliser des énergies renouvelables mais surtout réduire l'usage de l'eau des procédés industriels producteurs d'électricité.

Dans la pratique, pour chaque Mégawatt (MW) électrique produit par une centrale thermique, il est nécessaire d'évacuer 1.7 MW de chaleur à 55°C. Pour évacuer ces quantités industrielles de chaleur fatale, les industriels ont recours aux tours humides devenues pour chacun le symbole visuel des centrales nucléaires. En réalité, elles équipent tout type de centrale

électrique thermique. L'évaporation de l'eau, comme nous en avons l'expérience avec nos brumisateurs, permet de produire du froid en grande quantité et à une température bien inférieure à la température ambiante. Au contraire, de simples échangeurs de chaleur comme nos radiateurs de voiture ne permettent qu'un échange avec l'air environnant, ce qui pénaliserait les performances du procédé en deçà du seuil de rentabilité. De leur côté, les centrales électrosolaires thermiques sont l'objet d'un fort déploiement industriel depuis 15 ans et devraient produire 10% de l'électricité mondiale en 2050 (chiffre de l'Agence Mondiale de l'Energie). Ces centrales solaires présentent les mêmes besoins en eau, 4 m<sup>3</sup> par MWh, un véritable verrou technologique pour des procédés destinés à fonctionner en plein désert !

Tout un chacun connaît maintenant le principe du réchauffement climatique : les gaz à effet de serre obstruent peu à peu la fenêtre de l'atmosphère terrestre à travers laquelle le rayonnement infra rouge émis par la terre vers l'espace lui

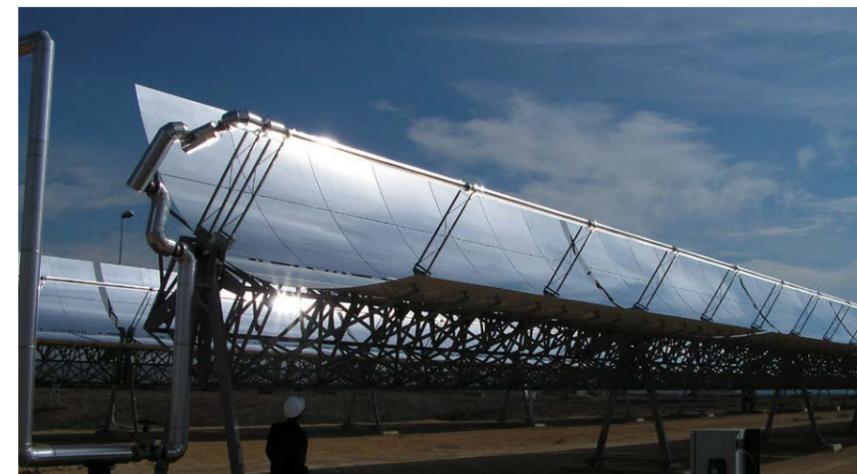
permet de maintenir sa température moyenne à environ 15°C.

Ce transfert de chaleur terrestre par rayonnement vers l'espace est connu et même parfois exploité depuis des millénaires. Les agriculteurs enfument leurs cultures les nuits de ciels particulièrement clairs pour éviter le gel alors que la température environnante reste positive. Au contraire, les nomades du désert exploitent ce phénomène en fabriquant de la glace la nuit. Nos pare-brises de voiture se recouvrent de gel l'hiver, l'humidité de l'air condense sur les vitrages de nos chauffe-eau solaires la nuit... Des expériences empiriques de notre héritage commun que Félix Trombe exposait et expliquait à l'Académie des Sciences il y a 50 ans. Ses ex-

lièrement émissif dans cette gamme de longueur d'onde peut échanger de la chaleur avec l'espace extra-atmosphérique dont la température est de 3 Kelvin, c'est-à-dire - 270°C !

L'espace extra atmosphérique est ainsi un immense réservoir de froid que l'on peut exploiter en mettant en œuvre des surfaces adaptées à ce type d'échanges.

Le concept de l'innovation consiste à exploiter le champ solaire des centrales thermodynamiques. En effet, ces champs de concentrateurs illustrés sur les photos ci-contre, collectent le rayonnement solaire de jour pour le concentrer et produire la chaleur à 400 ou 800°C selon les technologies. Ces champs solaires, qui représentent 50%



Cylindroparaboliques, Andasol, Espagne

périences de laboratoire lui ont permis de refroidir son démonstrateur jusqu'à 40°C sous la température ambiante !

De fait, alors que notre atmosphère terrestre filtre dans un sens le rayonnement solaire dans le domaine du visible en nous protégeant des photons les plus dangereux, cette même atmosphère est à 40% transparente au rayonnement infra rouge entre 8 et 15 μm. Ainsi, tout corps terrestre particu-

lièrement émissif dans cette gamme de longueur d'onde peut échanger de la chaleur avec l'espace extra-atmosphérique dont la température est de 3 Kelvin, c'est-à-dire - 270°C !

le concept consiste à les utiliser la nuit comme échangeur extra atmosphérique pour produire le froid. Ainsi, la chaleur perdue du procédé est effectivement évacuée sans eau et à moindre coût puisque la surface émissive est mutualisée.

A l'origine, le concept est le fruit d'un brainstorming entre le laboratoire

PROMES et la société EXOSUN. L'innovation a été tout d'abord protégée par



Linear Fresnel, PE 1, Espagne

un dépôt de brevet en copropriété. La recherche et le développement nécessaires en amont de l'industrialisation sont financés par le programme national de l'ANR SEED à travers le projet DryRSP. Les partenaires de ce projet collaboratif sont : le laboratoire PROMES CNRS-UPVD (coordinateur), le laboratoire SPE (CNRS-Université de Corse), les sociétés EXOSUN et EXOES et l'Institut International de l'Eau et de l'Environnement 2iE (Burkina Faso).

Après un an d'étude partenariale, le concept est en phase de prototypage sous différentes conditions climatiques.

L'innovation est applicable à tous les procédés industriels utilisant de l'eau pour une fonction de refroidissement. C'est en particulier le cas des centrales électriques thermiques comme les centrales aux énergies fossiles (charbon, fuel) ou nucléaires ainsi que les centrales électrosolaires thermodynamiques. Les industriels français sont déjà actuellement leaders mondiaux de la technologie des concentrateurs de centrales thermodynamiques. Cette innovation est susceptible de leur offrir une rupture technologique différenciante sur le marché et de diminuer le coût consolidé du champ solaire des centrales.



Brésil, Rio de Janeiro

## Méditerranées : Cultures, Territoires Patrimoines Marchés

Cet axe très pluridisciplinaire, trouve naturellement de nombreux échos parmi les défis de la SNR. Les juristes du CDED nous expliquent combien notre société doit s'organiser et s'adapter pour faire face aux enjeux du développement de la zone littorale (défis 8-10). La dimension territoriale se retrouve traitée par ArtDev sur le sujet des politiques de lutte contre la pauvreté (défi 4) ainsi que la capacité des sociétés à renforcer l'intégration de leurs populations (défi 8). Le CRHISM nous donne un autre exemple de développement urbain à deux visages à Carcassonne (défi 6) et de l'apport du numérique (défi 7). Le CRILAUP démontre par ailleurs combien le texte et la lecture intègrent depuis toujours une complexité d'encodage à plusieurs niveaux et une dynamique auteur/lecteur. Il est certainement nécessaire de bien comprendre ces mécanismes pour mieux appréhender la rupture du numérique (défis 7-8). Certaines de nos problématiques actuelles ont été déjà relevées par l'homme préhistorique. Le HNHP montre ainsi que les peuples du Paléolithique ont adapté leurs modes de vie (défi 8), leurs standards technologiques (défi 3) face à des changements climatiques de grande ampleur (défis 1-5) induisant une succession plus rapide des innovations. Mais aujourd'hui, comme l'explique le VECT avec humour, la rupture du numérique (défi 7) s'accompagne aussi de freins à l'intégration de l'innovation concernant le besoin d'une meilleure adaptation au changement (défi 8). Comparativement, la résolution des problématiques d'accès et de fiabilisation des fonds documentaires à l'échelle internationale (défi 7) rencontrées par le CFDCM passera certainement par le numérique.

- L'encadrement de l'occupation des sols en zone littorale - 24
- Pour une théorie de la lecture - 26
- Les chasseurs-cueilleurs du Tardiglaciaire face au réchauffement climatique en Pyrénées - 28
- Ennui du numérique, l'identifier pour motiver - 30
- La territorialisation des politiques de lutte contre la pauvreté en France et au Brésil - 32
- Université du patrimoine de Carcassonne : regards pluridisciplinaires sur les médiations du patrimoine urbain - 34
- La spécificité de la recherche en droit comparé, quelques obstacles matériels à surmonter - 36

## L'encadrement de l'occupation des sols en zone littorale

CDED \*

Marcel SOUSSE  
Professeur UPVD

Contact : marcel.sousse@univ-perp.fr



Collioure, Pyrénées-Orientales

L'espace littoral a connu ces dernières années des mutations sociales et économiques d'une ampleur inégalée. Or, ces mutations posent des exigences et des besoins contradictoires. D'un côté, les questions du logement et de l'emploi s'y posent avec une acuité particulière. D'un autre côté, les questions des risques et de la protection du patrimoine et de l'environnement ont pris une importance accrue.

Il y a plusieurs manières de répondre à ces besoins contradictoires. D'abord, par la prévision, c'est-à-dire par des politiques à long terme. Ensuite, par des politiques locales mais aussi d'échelle régionale ou interrégionale. L'un des mérites de la loi Littoral est d'avoir, par des principes rigoureux, pris la mesure de ces enjeux. C'est pourquoi, la loi Littoral n'a pas été foncièrement mise en cause depuis 1986. En revanche, un travail important a dû être opéré sur les dispositions de la loi qui présentaient des difficultés d'interprétation et d'application, sources d'insécurité juridique pour les opérations d'aménagement ou de construction.

Les lacunes viennent moins du texte lui-même que de son application. En effet, un certain nombre de documents d'urbanisme n'ont pas suffisamment pris en compte la loi Littoral. Dans ces conditions, aujourd'hui, c'est le schéma de cohérence territoriale (SCOT) qui apparaît comme l'outil adapté. Il permet à la fois d'analyser la capacité d'accueil des communes littorales, et d'apporter des précisions sur les objectifs de développement et de protection des espaces naturels et agricoles. Mais le SCOT n'est pas qu'un outil de protection. Il permet également, à son échelle d'envisager des opérations d'aménagement, que le plan local d'urbanisme (PLU) ne permet pas, dans le cadre d'une politique globale d'équilibre entre le développement et la protection.

Ces lacunes dans l'application de la loi Littoral constituent une insécurité juridique à la fois pour les communes et pour les particuliers. Certains documents d'urbanisme des communes littorales autorisent encore des urbanisations que la loi ne permet pas ou des constructions diffuses, dont l'existence

même est incompatible avec les principes posés par la loi Littoral.

Ainsi, il n'est pas rare de rencontrer des situations où le permis de construire est refusé, car contraire à la loi Littoral, alors que le terrain a été déclaré

*« La loi Littoral n'interdit pas le développement des communes littorales. Son objectif est de protéger les fronts de mer, privilégier le développement de l'urbanisation à l'arrière des espaces déjà urbanisés, et éviter le mitage. »*

constructible par le document d'urbanisme et qu'un certificat d'urbanisme positif a été délivré sur cette base. Pour répondre à ces situations paradoxales, la première solution consiste en la révision des documents d'urbanisme qui ne seraient pas compatibles avec la loi. D'autres solutions, plus consensuelles, tendant à répondre aux difficultés dues au maintien de règlements incompatibles avec la loi Littoral sont, également, envisageables, comme la création de secteurs de transfert de coefficients d'occupation des sols, permettant de favoriser un regroupement



Anse de Paulilles, Pyrénées-Orientales

La loi Littoral est intervenue pour régler les problèmes liés à l'urbanisation dans les communes riveraines de la mer. C'est pourquoi, elle s'applique à la totalité du territoire des communes littorales. Elle opère une distinction, très importante, entre les « espaces proches

de l'urbanisation, la notion de hameaux nouveaux, la différence entre urbanisation nouvelle et construction nouvelle, la notion d'espace proche du rivage.



Vue aérienne de Saint-Cyprien, Pyrénées-Orientales

du rivage », où l'urbanisation est limitée et soumise à des règles de procédure strictes, et les autres espaces des communes littorales, où l'urbanisation n'est pas limitée, mais doit s'effectuer en continuité de l'urbanisation existante.

Ainsi, la loi n'interdit pas le développement des communes littorales. Son objectif est de protéger les fronts de mer, privilégier le développement de l'urbanisation à l'arrière des espaces déjà urbanisés, et éviter le mitage. Pour réaliser ces objectifs, elle se fonde sur plusieurs notions : la notion d'extension

En définitive, les règles d'occupation des sols en zone littorale ont dû faire l'objet d'une évolution consistant en une clarification des définitions, un changement d'échelle de l'encadrement de l'occupation des sols au profit du SCOT, et une application à la fois « rigoureuse et raisonnée » par le juge des principes de la loi Littoral. Cette dernière s'observe, notamment, à travers la notion d'extension de l'urbanisation, qui permet de limiter les extensions urbaines dans les zones proches du rivage. La notion s'apprécie différemment suivant qu'il s'agit d'étendre l'urbanisation au-delà du tissu urbain existant ou d'édifier des constructions à l'intérieur d'une ville ou d'un village.

\* p. 50 -51

## Pour une théorie de la lecture

### CRILAUP\*

Pénélope Laurent  
Maître de Conférences UPVD

Contact :  
penelope.laurent@univ-perp.fr



Dans la nouvelle configuration du CRESEM, le CRILAUP propose d'envisager la recherche des mondes ibériques et latino-américains à travers trois prismes, l'axe 1 étant « Le texte, entre ses sources et ses cibles ». La perspective adoptée place ainsi le texte entre deux pôles qu'il convient de définir. Une théorie qui me semble particulièrement opérante en ce sens est celle de Milagros Ezquerro.

S'inscrivant dans la lignée d'un structuralisme pragmatique, les *Fragments sur le texte* - qui ne sont pas sans faire penser aux *Fragments d'un discours amoureux* de Roland Barthes - permettent d'appréhender le « lirécrite », phénomène de l'élaboration des sens du texte, du point de vue de la lecture. Contrairement à la communication de type conversationnel, la communication littéraire se définit comme un mode de communication médiata, dans laquelle l'émetteur et le récepteur ne coïncident ni dans l'espace ni dans le temps et dans laquelle le récepteur - le lecteur - est un destinataire d'une façon générale mais pas d'une façon

particulière. Cette médiation propre au texte a des conséquences qui caractérisent l'acte de lecture. Le texte est conçu comme un système auto-organisateur ouvert : l'auteur encode le texte à la manière d'une programmation informatique et ce système s'articule de façon complexe en plusieurs niveaux, depuis l'unité minimale qu'est le signe, jusqu'aux combinaisons les plus complexes, selon des modalités d'interdépendance productrices de significations multiples, parfois surprenantes et inattendues, même pour son concepteur. Cela est rendu possible par deux facteurs indispensables : l'indétermination et le rôle actif du lecteur.

Plutôt que de penser en termes de personnes ou d'entretenir la confusion et le mythe qui entourent la figure de l'auteur dans notre société, Milagros Ezquerro préfère désigner les deux pôles de la production et de la réception comme des fonctions, prévues par le texte : le sujet A (sujet producteur) et le sujet  $\Omega$  (sujet récepteur). L'auteur est, bien entendu, le « noyau dur » du sujet producteur mais d'autres élé-

ments s'y agrègent, entrant dans le processus de production : depuis les caractéristiques psycho-biographiques de la personne qui écrit (ou l'idiotopie du sujet  $\Omega$  qui va informer le sémiotopie du texte) jusqu'aux possibles intervenants secondaires, comme c'est le cas des préfaciers, illustrateurs, éditeurs

liras jamais deux fois le même texte ».

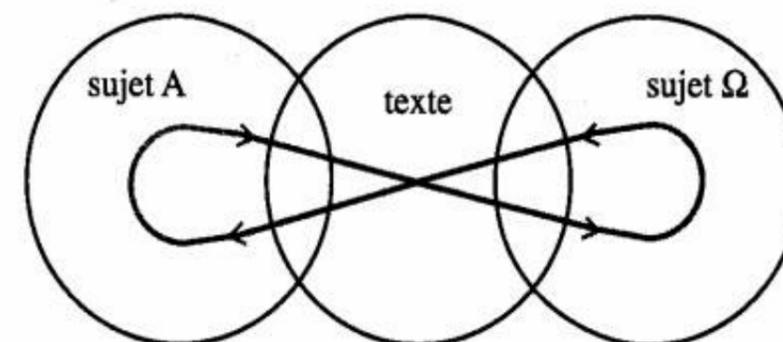
Cette théorie, qui s'inscrit dans une lignée allant de Paul Valéry à l'École de Constance en passant par Roland Barthes, Umberto Eco et Pierre Bayard, a l'avantage d'être souple et intégratrice, englobant l'auteur pour mieux le

« *Le texte est conçu comme un système auto-organisateur ouvert : l'auteur encode le texte à la manière d'une programmation informatique et ce système s'articule de façon complexe en plusieurs niveaux.* »

ou traducteurs, sans oublier les lecteurs. Le sujet producteur n'est donc pas limité à la seule figure de l'écrivain qu'il s'agit, dans cette perspective, de désacraliser ; il suffit de penser à la tradition orale - qui est le modèle de cette conception du « lirécrite » -, aux auteurs dont l'existence est problématique (et dans une large mesure inventée comme c'est le cas d'Homère) ou aux œuvres anonymes - fréquentes jusqu'à la Renaissance - pour nous convaincre que l'invention de la notion d'auteur est récente dans l'Histoire de la littérature. À l'origine même du processus de production d'un texte, l'auteur, qui est alors le sujet producteur, se dédouble en un observateur, le premier observateur de son texte dans la mesure où il le lit et le relit pour en poursuivre l'écriture. Ce texte, tant qu'il n'entre pas en circulation et ne trouve point d'autre récepteur, n'est pas encore un texte, il ne le devient qu'en passant par l'altérité du lecteur. Chaque sujet récepteur assumera, selon ses propres caractéristiques et conditions de contexte de lecture (son idiotopie), cette fonction inscrite dans le texte. Pour cela, il lui faudra décoder et interpréter le texte pour le faire advenir, actualisant ainsi une partie des virtualités du texte de façon unique. À la manière d'Héraclite, Milagros Ezquerro nous dit : « Tu ne

désacraliser et donner toute sa place au lecteur, actif. Si les deux pôles de la production et de la réception sont ainsi liés, c'est le second qui est le plus convoqué dans cette théorie qui fait

analysé ce rôle accru du lecteur dans divers univers narratifs, en particulier celui de Juan José Saer, dont l'œuvre constituée d'une vingtaine de romans, livres de récits courts, recueils de poésie et d'essais, fait un grand écart entre le système balzacien de récurrence de personnages dans un lieu inspiré d'un référent réel et le Nouveau Roman, criblé d'indétermination, pour s'articuler à la façon d'un mobile ou d'une constellation. La mémoire du lecteur, sans cesse réactivée par ce jeu de récurrence d'un texte à un autre, est au centre d'un dispositif de lecture prévu par le texte. Ainsi, de façon transversale, l'œuvre de Saer se construit comme un texte dont le rôle du lecteur est puissamment sollicité grâce à l'indétermination entre deux textes, conçus comme des fragments.



assez peu de cas de la recherche sur la vie des auteurs et de la critique génétique. Elle s'applique au texte, littéraire notamment, mais peut être appliquée à toute production signifiante et esthétique, et au processus de traduction.

Cette caractéristique d'un lecteur actif me semble être fondamentale pour étudier la littérature contemporaine. J'ai

### Références :

BARTHES, Roland, *Œuvres complètes*, Paris, Seuil, 2002.

EZQUERRO, Milagros, *Fragments sur le texte*, Paris, L'Harmattan, 2002.

ISER, Wolfgang, *L'acte de lecture. Théorie de l'effet esthétique*, traduit de l'allemand par Evelyne Sznycer, Bruxelles, Pierre Mardaga, 1976.

## Les chasseurs-cueilleurs du Tardiglaciaire face au réchauffement climatique en Pyrénées

HNHP \*

MICHEL MARTZLUFF  
Maître de Conférences UPVD

Contact :  
martzluf@univ-perp.fr

Site internet : hnhp.cnrs.fr



Fouille des niveaux sauvevterriens dans la Cova Gran de Santa Linya (Espagne), au débouché du Sègre dans la plaine de l'Ebre, en août 2014 (© M. Martzluff)

Les derniers temps glaciaires sont marqués par le brusque réchauffement du Bølling-Allerød, entre 14 650 et 12 900 BP (avant le présent en données calibrées du C14). Cet épisode est suivi par un retour à des conditions froides (crise du Dryas récent) qui se prolonge dans l'hémisphère nord durant un millier d'années. Les climats actuels de la zone tempérée s'installent ensuite très vite après 11 700 BP (début de l'Holocène). Ainsi, la fonte des inlandsis et des glaciers qui couvraient de vastes zones continentales au dernier maximum glaciaire, il y a 20 000 ans, a provoqué une rapide remontée du niveau des océans, par paliers, depuis -120 m jusqu'à leur niveau actuel, côte qui est atteinte dans un optimum holocène vers 6500 ans BP. En Europe occidentale, l'espace est alors fermé par de grandes forêts de feuillus que les premières sociétés de pasteurs et d'agriculteurs vont défricher après cette date.

Ces profonds changements environnementaux semblent d'abord se traduire par une sensible modification des com-

portements qui affecte les peuples du Paléolithique supérieur, les Magdaléniens en particulier. De nouvelles entités culturelles se forment alors au cours du Tardiglaciaire avec l'Azilien puis, peu avant le début de l'Holocène avec le Sauveterrien. Cette étape mutante de l'Épipaléolithique-Mésolithique débouche pour finir sur un changement radical du mode de vie pendant l'optimum holocène, avec un rapide passage de la chasse au troupeau et de la cueillette à l'agriculture, lors du Néolithique ancien.

Dans les Pyrénées et leur prolongement cantabrique, nos études sur la fin des temps glaciaires se focalisent à la fois sur les étapes de la colonisation des montagnes et sur la personnalité technique et spirituelle des différents groupes de chasseurs-collecteurs qui se sont croisés sur ces territoires. Il s'agit aujourd'hui de pouvoir détecter l'origine de ces flux culturels depuis des plaines côtières du Languedoc et de Catalogne, mais aussi des grands bassins adjacents de l'Ebre et d'Aquitaine. Les brusques changements cli-

matiques, impliquant des modifications de la faune, mais aussi la perte de vastes territoires engloutis sous les eaux, sont des facteurs déstabilisants qui ont sans doute contribué à impulser les comportements opportunistes caractérisant cette séquence. Ils se traduisent par une mobilité nouvelle sur l'espace lors de longs trajets pour une occupation pionnière de nouvelles niches écologiques, notamment d'altitude, mais aussi par l'exploitation plus diversifiée de l'environnement immédiat, y compris pour les roches à tailler, et enfin par la plus forte instabilité des standards technologiques concernant la fabrication des outils.

Il en a résulté la succession plus rapide des innovations, telles la cueillette des baies et l'adoption massive de l'arc pour la chasse en fin du Tardiglaciaire. Cela suppose un brassage d'influences culturelles dont la localisation depuis des zones émettrices lointaines reste encore difficiles à établir. C'est ce qui a poussé les préhistoriens français et espagnols œuvrant des deux côtés des Pyrénées à travailler dans un réseau commun, PREHISTOPYR, financé en partie par la communauté européenne et actuellement prolongé sous le sigle PALMESOPYR. Destiné à rapidement échanger de l'information en constituant des bases de données communes visant à caractériser ces cultures et leur évolution dans un cadre environnemental, ce réseau mobilise les laboratoires pluridisciplinaires (pétrologie typologie lithique, tracéologie, archéozoologie, géomorphologie, etc.) des universités de Barcelone, Saragosse, Victoria Gasteiz, Perpignan, Toulouse et Bordeaux.

La participation de l'unité mixte HNHP se fait principalement sur la base de stratigraphies fouillées dans les Pyrénées catalanes (P.-O., Andorre, Berga et Lerida en Espagne). Parmi ces sites, les abris montagnards de Guilanya (Ber-

gadà) et de la Balma de la Margineda, (Andorre), logés vers 1000 m d'altitude, ont subi une rapide sédimentation due à l'effet du froid. L'enregistrement des occupations humaines y est donc bien échelonné dans les stratigraphies. Les premières occupations à Guilanya témoignent de passages répétitifs d'une même population azilienne lors de chasses ciblées sur le bouquetin. Les types d'outils correspondent à ceux des groupes peuplant le bassin du Llobregat et du Bas Ebre, ainsi que les roches utilisées, surtout le silex. La présence de très nombreux grattoirs et d'ossements humains de femme

engin, utile pour pêcher le saumon en Aquitaine, manque en effet sur les autres sites du versant sud où ce gros poisson est absent. Les travaux géomorphologiques récents de Magali Delmas ayant démontré que le franchissement direct des cols donnant sur l'Ariège était impossible en raison de l'englacement résiduel, une nouvelle hypothèse de passage, via la Cerdagne et le Sègre, a été envisagée. L'utilisation massive de roches volcaniques en couche 8, lesquelles sont absentes des autres campements aziliens des deux côtés de la chaîne (laves acides et cinérite) a permis de nouvelles investiga-

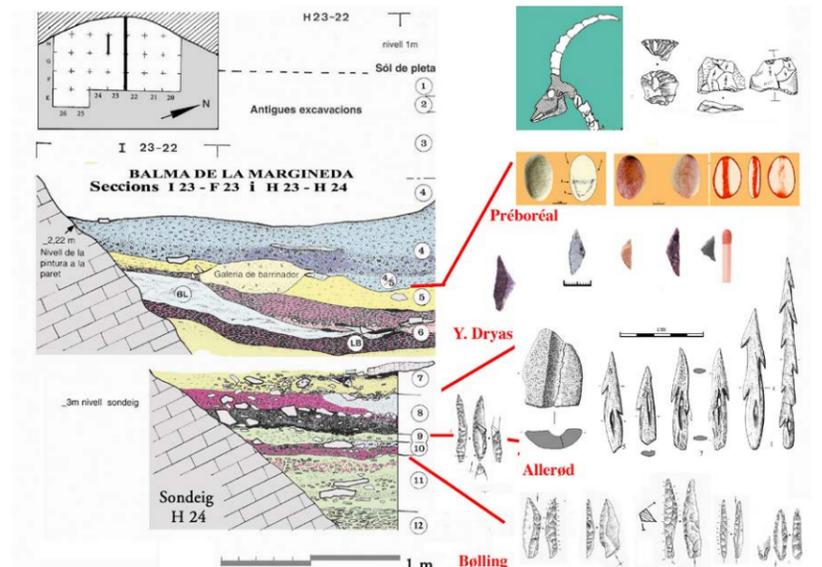


Fig. 1 : Evolution entre l'Azilien et le Sauveterrien dans les hautes vallées d'Andorre. Les armes changent, le bouquetin reste la cible principale (dessins et DAO M. Martzluff)

et d'enfant montre qu'il ne s'agit pas d'une simple halte de chasseurs, mais de stations prolongées à la belle saison où une petite unité familiale se livrait à des activités diversifiées.

La situation est différente en Andorre. Si les premières occupations aziliennes proviennent bien de l'Ebre, d'après l'étude des armatures et celle du silex, le passage de chasseurs issus du bassin de la Garonne est attesté à l'Allerød par des harpons en os (couche 8). Cet

engins sur leur origine. C'est ainsi que nous avons découvert cet été dans la Sierra del Cadi, en rive gauche du Sègre, le gîte primaire de la rhyolite noire la plus utilisée.

### Référence bibliographique :

MARTZLUFF M., MARTINEZ-MORENO J., GUILAINE J., MORA R., CASANOVA -MARTI J. 2012 - Transformaciones culturales y cambios climáticos en los Pirineos catalanes entre el Tardiglacial y Holoceno antiguo : el Aziliense y el Sauveterriense precoz de Balma de la Margineda y Balma Guilanya, *Cuaternario y Geomorfología*, 26 (3-4), 61-78, 5 fig.

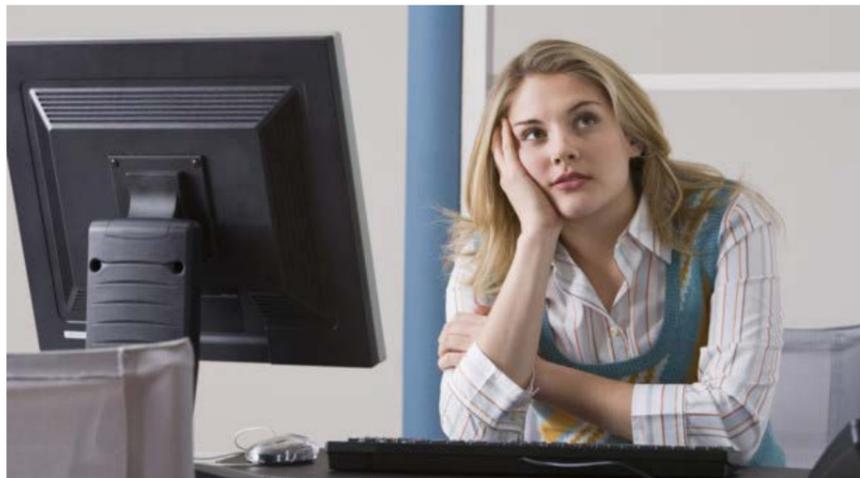
## Ennui du numérique, l'identifier pour motiver

VECT Mare Nostrum \*

Thierry GOBERT  
Maître de Conférences UPVD

Contact :  
thierry.gobert@univ-perp.fr

Site internet : www.medialogiques.com



*L'ennui concerne deux tiers des utilisateurs de dispositifs innovants. Certains y manifestent leur morosité, d'autres expriment une lassitude pour les fonctionnalités numériques.*

Pour diffuser des ordinateurs, des tablettes, des téléphones et une multitude d'autres objets numériques, le marketing communique sur cinq critères. Il met en avant l'innovation, l'efficacité, l'utilité, la sécurité et le plaisir. La puissance de ces outils étant désormais suffisante, l'accent est mis sur la dimension sociale des usages. Le choix de placer le sujet au centre des préoccupations et l'omniprésence des réseaux sont porteurs de telles satisfactions potentielles, qu'envisager de vivre sans ces produits et services est devenu problématique, voire impossible.

La littérature a évoqué la félicité qu'engendre le fait de se projeter dans l'accès à des « objets superlatifs » (Barthes, 1957). L'ordinateur a eu « valeur de mythe » (Hucliez, 1968). Puis, le smartphone et les tablettes ont « réenchante cette technologie » (Teinturier, 2009) que 20 % des utilisateurs conservent en permanence sur eux à domicile. Le pourcentage s'élèverait à 44 % pour les 12-17 ans. Les objets numériques deviendraient ainsi des « orthèses cognitives et multimédias » (Gobert,

2002, 2012) qui ne remplacent pas nos capacités, mais les corrigent, les augmentent ou les complètent.

Comment imaginer que de telles machines puissent être associées à de l'ennui ? Pourtant, nombre de contributions le décrivent sur Internet. Au contact de dispositifs numériques, l'ennui serait non seulement possible mais fréquent.

De quoi parlons-nous ? Classiquement, l'ennui « situationnel » est celui où l'on attend quelque chose de précis alors que l'ennui « existentiel » est dépourvu d'objet (Svendsen, 2003). Il n'existe pas « d'ennui numérique » autre que technique, mais une lassitude et un ennui dans le quotidien où le numérique trouve sa place (Devauchelle, 2014) et dont les manifestations laissent des traces informatiques.

Les technologies peuvent remédier partiellement à l'ennui situationnel. Elles entretiennent une illusion de contrôle du stress (Moser, 1996) en fournissant un moyen de régulation. Le sujet croit

qu'il lui suffit d'ouvrir une application pour s'occuper. L'effleurement de l'écran du smartphone a été comparé au fait de fumer (Lynn, 2012). Ce « geste pivot » transporterait l'utilisateur vers un monde de jeu non programmé où

*« 90 % des personnes interrogées dans divers milieux tentent d'utiliser leur téléphone ou leur ordinateur pour tromper l'ennui. Ces appareils sont implicitement vendus pour cela et apportent réellement des satisfactions. Toutefois, deux tiers des sujets avouent s'être déjà ennuyés avec eux. »*

les temps morts sont réduits. Les lieux d'immobilisation corporelle, comme une file d'attente, redeviendraient un espace d'activité. La manipulation d'un objet numérique permet « d'être » actif et de conjurer partiellement l'ennui situationnel. Le téléphone aurait-il « tué » (Chabrilac, 2013) le désœuvrement ? Pas si sûr : les ados connectés, par exemple, s'ennuient avec leurs outils comme ils peuvent le faire à l'école ou avec leurs parents (Menrath, 2014).

De plus, un phénomène d'urgence communicationnelle est observé dans la société. Il se manifeste par la consultation compulsive des moyens de messagerie et par une « attention distribuée » (Turkle, 1995). Les sujets effectuent un balayage entre les sollicitations de diverses sources, même lors de réunions professionnelles. En classe, des étudiants envoient des SMS dont le contenu est parfois « peux pas répondre, suis en cours ». Cette frénésie permet éventuellement de meubler un temps mort, mais pas de lutter contre un ennui diffus.

En effet, dans l'ennui existentiel, le rapport à l'objet diffère. Quelles que soient les fonctionnalités de la machine, l'utilisateur bute sur sa motivation et sa créativité comportementale. Que faire avec *Gimp* si l'on n'a pas de photo à retoucher ? Qu'écrire avec *Open Office*

si l'on n'a pas d'idée ? L'outil, comme le rappelle son étymologie, « organise ». Il est nécessaire de lui donner une impulsion, de l'animer avec une intention, quand bien même cette intention serait de se laisser distraire par un

programme automatique de télévision. Les sites portails et le réseautage social fonctionnent en partie sur ce mode occupationnel, à ceci près que ce sont des « amis » qui créent le programme en

mêmes liens » et que « tout est redondant ». Ces comportements laissent des traces informatiques qui sont autant de manifestations numériques de l'ennui. Sur les groupes de discussion, certains contributeurs en viennent à demander de l'assistance pour ne pas s'ennuyer avec leur ordinateur.

L'analyse des contenus de forums et des corpus d'enquêtes n'appelle pas à redéfinir l'ennui, sinon par ses antonymes. Les modèles anciens sont d'actualité sur le terrain des technologies innovantes. L'ennui situationnel est associé à des temps d'attente ou à des ennuis techniques ; l'ennui existentiel se manifeste par un vide cognitif et une lassitude de la chose numérique,



« partageant » des contenus. Il est donc peu surprenant que 90 % des personnes interrogées dans divers milieux tentent d'utiliser leur téléphone ou leur ordinateur pour tromper l'ennui. Ces appareils sont implicitement vendus pour cela et apportent réellement des satisfactions. Toutefois, deux tiers des sujets avouent s'être déjà ennuyés avec eux. Ils « naviguent sans faire vraiment attention à ce qu'ils trouvent », « tournent en rond », « n'ont pas d'idée », « guettent une nouvelle actualité sur Facebook dix fois en cinq minutes », ont le sentiment de « toujours faire la même chose, de consulter les

fréquemment jugée omniprésente et redondante dans ses objets, ses contenus, ses utilisations.

L'ennui ne doit ni être ignoré, ni paralyser la création de dispositifs numériques lorsque ceux-ci sont utiles. Sa présence potentielle souligne l'importance du facteur humain dans l'innovation. En contexte pédagogique, il constitue un défi et l'opportunité de tisser des liens entre apprenants, chercheurs et autres acteurs sur le terrain.

Références :

www.medialogiques.com (onglet publications)

## La territorialisation des politiques de lutte contre la pauvreté en France et au Brésil

### ART-DEV \*

David GIBAND  
Professeur UPVD

Contact :  
giband@univ-perp.fr

Site internet : <http://art-dev.cnrs.fr/>

© photos : D. GIBAND



La favela de Providencia à Rio de Janeiro, 2014. Cette favela, le plus grande de Rio, a fait l'objet d'un plan de pacification qui vise entre autre chose à équiper en réseau la favela, accorder des droits de propriétés et sécuriser les rues de la présence des gangs

### Un double objectif en terme de recherche et de formation

Une dizaine de chercheurs et d'enseignants-chercheurs de l'unité mixte de recherche Art-dev sont engagés dans le programme de recherche « La territorialisation des politiques publiques de lutte contre la pauvreté en France et au Brésil ». Financé par la Capes-Cofecub<sup>1</sup> et bénéficiant du soutien financier de l'ambassade de France au Brésil<sup>2</sup>, organisé autour d'une équipe franco-brésilienne (UMR Art-Dev et CDPA de l'Université fédérale agricole de Rio de Janeiro) ce programme original répond à une double ambition. D'une part, il s'agit de mieux comprendre les mécanismes de lutte contre la pauvreté et leur impact à l'échelle des territoires urbains et ruraux en ayant recours à une approche comparative entre les politiques expérimentées au Brésil et en France. D'autre part, le programme inclut une dimension formatrice visant à améliorer la formation des jeunes

chercheurs et des enseignants-chercheurs brésiliens qu'ils soient doctorants ou jeunes maîtres de conférences.

### Une approche comparative et interdisciplinaire

Dans les deux pays, la question de la pauvreté et l'ancrage de plus en plus territorial des dispositifs de lutte contre celle-ci se pose comme un élément important de l'action publique même si, bien entendu, la nature de la pauvreté et l'organisation institutionnelle des politiques publiques diffèrent grandement d'un contexte national à l'autre. En effet, au Brésil la pauvreté profonde - se caractérisant par des situations de pauvreté sévère tant en milieu rural (dans les États du Nordeste) qu'urbain (dans les Favelas des grandes métropoles) - se distingue de la pauvreté en France qui relève davantage de la précarisation et de formes d'inégalités socio-économiques (particulièrement

dans les villes et les quartiers populaires de type cités d'habitat social).

En interrogeant les modes de territorialisation des politiques publiques de lutte contre la pauvreté, ce programme cherche à comprendre à la fois l'effec-

« Dans les deux pays, la question de la pauvreté et l'ancrage de plus en plus territorial des dispositifs de lutte contre celle-ci se pose comme un élément important de l'action publique. »

tivité des politiques publiques aux échelles régionales et locales mais également à identifier la façon dont ces politiques participent d'une recomposition des modes d'action publique, facilitent la mise en visibilité ou invisibilité des populations pauvres et organisent l'hybridation des logiques de type *top/down* et *bottom/up*. Ces dernières années au Brésil, la territorialisation des politiques publiques est au cœur des débats concernant l'action publique. En effet, les gouvernements de Lula puis de Dilma Rousseff se sont engagés au travers de dispositifs d'action locale contre la pauvreté (PRONAT) et en faveur de la citoyenneté (PTC) dans un renouvellement des rapports État fédéral / états fédérés. Dans le même temps en France, les débats sur le mille feuilles territorial et l'acte 2 puis 3 de la décentralisation impactent l'action publique en matière de lutte contre la pauvreté aux échelles locales et nationales. La mise en place d'agences de moyens comme l'ANRU (Agence nationale de rénovation urbaine) et les pratiques de guichet unique participent d'une reconfiguration complexe de l'action de l'État dans les territoires. L'objectif du programme consiste à comprendre comment ces mouvements de décentralisation, opérant dans le champ de la pauvreté, participent d'un renforcement de l'ancrage territorial de dispositifs nationaux et permettent (ou pas) l'émergence de territoires d'action locale plus ou moins portés par les ac-

teurs en présence (collectivités locales, élus, citoyens, société civile).

Le parti pris se situe également dans le dialogue interdisciplinaire (géographie, économie, science politique et aménagement) en confrontant deux

grands types d'approches théoriques sur la question : celle de l'économie (essentiellement de l'économie rurale) et de la géographie sociale. Les travaux de terrain, les séminaires, ateliers et

pauvreté, le programme vise plus largement à interroger les formes émergentes et plus ou moins inédites de développement qui émergent à l'occasion de la mise en oeuvre de ces dispositifs territoriaux. Au Brésil, la question reste associée à la double thématique du développement rural (et plus spécifiquement aux questions relatives à l'agriculture familiale) et de la pacification sociale des Favelas (en lien notamment à Rio avec les grands projets urbains : restructuration du centre-ville, projet de ville olympique par exemple). En France, les interrogations sur la pauvreté et ses territoires participent de réflexions sur le développement social



La cité Nouveau Logis Les Pins (Perpignan), 2014, cité quasi exclusivement gitane, a fait l'objet d'interventions urbanistiques et sociales visant à désenclaver le quartier, répondre aux besoins de logements, et développer les actions sociales et éducatives (préscolarisations).

rencontres organisés ont permis d'enrichir de fructueux échanges pour des résultats tangibles : co-encadrement de thèses, publication d'un ouvrage collectif franco-brésilien, participation des uns et des autres aux programmes d'enseignement et de formation à Rio de Janeiro, Perpignan et Montpellier.

### Derrière la pauvreté la question du développement

Au-delà des questions spécifiques à la

et économique des quartiers populaires au moment où s'engage une refonte de la politique de la ville et des dispositifs d'intervention urbanistique comme les programmes de rénovation urbaine et les contrats urbains de cohésion sociale.

#### Notes

1 La CAPES est l'agence brésilienne en charge de la coordination pour le perfectionnement du personnel de l'enseignement supérieur. Le COFECUB est le Comité Français d'Évaluation de la Coopération Universitaire et Scientifique avec le Brésil.

2 Le programme a bénéficié du soutien et de la présence de Mme Andrea Butto, secrétaire d'État au développement agricole.

## Journées d'étude du patrimoine de Carcassonne : Regards pluridisciplinaires sur les médiations du patrimoine urbain

### CRHISM \*

Marie-Hélène SANGLA  
ATER UPVD

Contact :  
marie-helene.sangla@univ-perp.fr

Site internet : <http://crhism.wordpress.com/>



Ces journées d'étude ont été organisées à Carcassonne, le 13 et le 14 octobre 2014 par l'Amicale laïque de Carcassonne, le CHRISM avec le concours du Service Patrimoine de la Ville de Carcassonne, de l'ADREUC (Association pour le développement des rencontres et des échanges universitaires et culturels) et sous la responsabilité scientifique du CHRISM, de l'IAC (Institut interdisciplinaire d'anthropologie du contemporain), de l'Équipe LAHIC (Laboratoire d'anthropologie et d'histoire sur l'institution de la culture) (EHESS, CNRS, MCC).

Ouvertes à tous les publics elles ont constitué un séminaire de formation pour les étudiants du Master 2, *Gestion, conservation, valorisation du patrimoine* de l'Université de Perpignan afin d'encourager un partage d'expériences autour de la valorisation du patrimoine urbain, thème privilégié au cœur de leur formation en vue de leur insertion professionnelle notamment auprès des collectivités territoriales.

C'est autour de l'exposition Carcas-

sonne : villes médiévales qui permet aux visiteurs et aux Carcassonnais de découvrir ou de redécouvrir l'histoire de la ville et de sa double urbanisation que le projet de journées d'études sur les médiations du patrimoine urbain est né. En effet, la conception et la mise en forme de ce dispositif de médiation ainsi que les activités qui en découlent montrent le large éventail de propositions possibles dans le domaine de la valorisation du patrimoine urbain. Cette 4<sup>ème</sup> session de l'université du patrimoine de Carcassonne a été imaginée afin de proposer un partage d'expériences et leur mise en perspective par les sciences humaines. Cette réflexion s'appuie au préalable sur le constat d'une difficile conciliation entre la réalité de l'aménagement urbain aujourd'hui dans les centres anciens face à la pression immobilière, l'impérieuse nécessité de leur sauvegarde comme entité patrimoniale faite d'interdépendances entre les éléments qui les composent et l'appropriation par la médiation d'une gamme de plus en plus étendue de savoirs.

Ces rencontres ont été l'occasion de

croiser différentes expériences en matière de valorisation, de confronter des supports innovants et d'en mesurer les enjeux patrimoniaux, urbanistiques et touristiques. Quatre expériences exposées à cette occasion montrent tout particulièrement les enjeux que représente le patrimoine dans une démarche touristique (D. Irvoas Dantec), le patrimoine urbain comme phénomène de communication (P. Fraysse), les enjeux de la réalité augmentée (J. Fèvres-de-Bideran), la médiation du patrimoine « par les pieds » (J. de Muer).

Dominique Irvoas-Dantec, (Directrice de l'office du tourisme de Rennes, secrétaire générale de la Conférence nationale permanente du tourisme urbain), a présenté les enjeux de la médiation du patrimoine et du tourisme urbain qui repose selon R. Knafou sur deux atouts : le patrimoine, sa mise en valeur, son animation et la ville événementielle. Les études menées par la CNPTU et l'exemple de la ville de Rennes en particulier, montrent à la fois la pertinence des moyens numériques au service de la médiation du patrimoine dans une démarche touristique (Monument Tracker, Mobitour, application en 3D) et l'impact des nouvelles formes de médiation grâce à l'implication des habitants, ou médiations participatives (Greeters). Ces différentes études s'appuient sur l'évaluation des profils des visiteurs et s'associent donc à l'approche anthropologique menées par Stéphane Juguet contribuant ainsi au développement du marketing touristique. Enfin, l'approche de la ville et de son patrimoine à travers la valorisation d'événements montrent la tendance à mettre en scène les monuments à travers la scénographie de lumières, la théâtralisation et l'art contemporain. Ces expériences n'échappent pas toutefois à la banalisation et aux conséquences d'une association finalement tardive du patrimoine et de la politique

événementielle de la ville de Rennes.

Patrick Fraysse, (Maître de conférences, Département Information-communication IUT Paul Sabatier, Toulouse LERASSE-EA 827) a montré l'intégration du patrimoine monumental urbain dans les phénomènes de communication et le patrimoine comme outils de communication. Il aborde aussi la patrimonialisation d'un monument comme un changement de son statut qui crée un document, processus désigné par Patrick Fraysse comme un « document monumental » en citant en particulier au-delà des exemples de monuments en milieux urbains, celui de la reconstruction du château de Guedelon. En effet, la modélisation d'expérience suivie de la mise en œuvre des pratiques constructives médiévales, la reconstitution « à l'identique » du monument contribuent à l'ériger en exemple documentaire à des fins pédagogiques et expérimentales. Cette approche de l'utilisation des techniques numériques au service de la valorisation du patrimoine est partagée avec Jessica Fèvres-



de-Bideran (post-doc – Mauriac en ligne, Université Bordeaux-Montaigne) qui aborde les pratiques de documentation numérique du patrimoine monumental à travers les pratiques infographiques et notamment autour

du concept d'uchronie. La réalité augmentée serait constitutive d'un corpus documentaire nécessitant la transformation de l'œuvre et modifiant ainsi sa réception en tant qu'objet numérique à l'origine de connaissances renouvelées comme l'ont démontré D. Bouiller et M. Crepel et sa réception par le public, avec les limites que cela impose du fait des ambiguïtés de son usage en tant que moyen ou objectif dans la médiation du patrimoine urbain.

Enfin, Julie de Muer, productrice indépendante, impliquée dans le secteur culturel et associatif des quartiers Nord de Marseille, a partagé ses nombreuses expériences artistiques liées à la marche urbaine qui permet une exploration des différents aspects et points de vue de la cité phocéenne, autant d'images qui créent une situation de médiation. Tout en associant l'expérience artistique, l'analyse de la topographie, du paysage dans sa diversité industrielle, architecturale, sociale, Julie de Muer montre les leviers de la transmission, de l'interprétation, de la vulgarisation, de la valorisation du patrimoine urbain tout en s'interrogeant sur son temps.

La richesse de ces expériences partagées, les résultats obtenus auprès des étudiants du Master 2 *Gestion, valorisation, conser-*

*vation du patrimoine* de l'Université de Perpignan, nous engagent dans la reconduction de ces journées sur ce thème élargi en 2015, à la valorisation du patrimoine urbain par les médiations artistiques.

## La spécificité de la recherche en droit comparé, quelques obstacles matériels à surmonter

### CFDCM \*

Christophe JUHEL  
Professeur UPVD

Contact :  
christophe.juhel@univ-perp.fr



Le Centre Francophone de Droit comparé et de droit Musulman articule ses activités scientifiques autour de trois axes de recherche : le premier est constitué par le droit comparé (essentiellement dans les espaces francophones), les droits étrangers francophones et le droit international ; le deuxième concerne le droit musulman, le droit colonial et plus largement l'histoire du droit ; tandis que le troisième porte sur la Francophonie. Le droit comparé est au cœur des préoccupations des enseignants-chercheurs et doctorants de ce laboratoire, pourtant il a longtemps souffert d'un déficit de notoriété en France. Cette discipline est fort méconnue car son enseignement est demeuré marginal dans les Facultés de droit françaises, confiné à quelques cours optionnels ou dispensés dans des diplômes de Master. Elle tend cependant depuis quelques années à gagner ses lettres de noblesse.

Cette montée en puissance s'explique. A l'heure de la mondialisation, où les relations économiques, individuelles, diplomatiques ou scientifiques entre

les continents s'intensifient, l'intérêt de la démarche comparative relève de l'évidence. Elle vise en effet à mieux comprendre, et par là mieux connaître, les concepts et notions juridiques d'autres pays ou systèmes juridiques que celui au sein duquel évoluent un juriste, un homme d'affaires, un étudiant ou un enseignant-chercheur. Les enseignants-chercheurs affiliés au CFDCM et les doctorants qu'ils dirigent portent leur regard sur les droits étrangers et procèdent assez souvent, sans toutefois que cela soit systématique, à des comparaisons avec d'autres droits, notamment le droit français et le droit musulman. Pour ce faire, ces comparatistes doivent éviter les nombreux écueils qui jalonnent leur parcours. Parmi les erreurs à ne pas commettre la première serait de ne faire que du « droit étranger ». Etudier et analyser le droit d'un pays sans relever les similitudes et divergences qu'il peut présenter avec un autre droit ne relève évidemment pas du droit comparé. Il est donc nécessaire de confronter au moins deux droits et de disposer pour cela de suffisamment de documentation sur ces deux ordon-

nancements juridiques... Il arrive trop souvent que des recherches portant sur des législations étrangères se nourrissent de sources exclusivement françaises. Tenter d'expliquer une loi étrangère, même si elle a été empruntée au droit français avec ou sans adaptations mineures, ne peut être réalisé au moyen des seules doctrine et jurisprudence

intensifié son programme d'acquisition d'ouvrages et de revues spécialisés sur le droit comparé et le droit des espaces francophones, souscrivant des abonnements auprès de sites spécialisés sur le droit des pays francophones. Les enseignants-chercheurs et doctorants de même que les étudiants de la faculté internationale de droit comparé des

*« A l'heure de la mondialisation, où les relations économiques, individuelles, diplomatiques ou scientifiques entre les continents s'intensifient, l'intérêt du droit comparé relève de l'évidence. Il vise en effet à mieux comprendre, et par là mieux connaître, les concepts et notions juridiques d'autres pays ou systèmes juridiques. »*

françaises. Le mimétisme juridique, attitude consistant pour un législateur à s'inspirer, en recopiant parfois mot à mot, d'une loi d'un autre pays pour la promulguer sur son propre territoire, est un phénomène assez répandu dans les pays du Maghreb et d'Afrique francophone qui puisent dans le droit français le matériau de construction de leur ordonnancement juridique interne. Or, il est bien évident que le droit français ne peut s'appliquer tel quel au Maroc, au Sénégal ou ailleurs. Au pire ce droit inadapté reste lettre morte, au mieux il n'est que partiellement ou imparfaitement appliqué, dans les régions les plus développées de ces pays, les zones urbanisées, laissant les zones rurales sous l'empire de la coutume. Quel intérêt y-aurait-il alors à se lancer dans une recherche sur un droit inefficace ? De là l'importance des sources juridiques du pays « importateur » de droit, garantissant que le droit qu'il secrète est réellement appliqué et qu'il n'est pas resté au stade virtuel... Les actes de la pratique, tels que les décisions de justice ou les actes notariés, de même que les analyses doctrinales, issus du pays concerné sont vitaux pour les chercheurs.

Le CFDCM, fort de l'expérience accumulée au fil des années, a notamment

états francophones, faculté à laquelle est adossé le CFDCM, bénéficient de la sorte d'un fonds documentaire complétant celui de la bibliothèque universitaire. Pour autant, la documentation étrangère reste difficile d'accès pour ces chercheurs. Il est impossible de constituer un fonds pour chaque pays francophone comparable à celui intéressant le droit français, d'une part pour des raisons matérielles (taille des locaux, coûts que cela impliquerait...) et d'autre part parce que la production scientifique écrite est loin d'être aussi importante qu'en France et reste difficilement accessible depuis la France et ce malgré les nouveaux modes de communication tels qu'internet. Au surplus, l'abondance des ressources offertes par ces nouveaux procédés n'est qu'apparente, beaucoup de sites officiels offrent des ressources similaires, faites de textes de lois et de règlements de peu d'intérêt scientifique, tandis que les sites privés véhiculent des informations peu fiables, voire douteuses, car non vérifiables... Là encore les ressources et outils numériques français ne trouvent pas d'équivalents sur le continent africain. Aussi Le CFDCM accroît-il son fonds documentaire grâce à ses propres productions. Sont notamment conservés les mémoires

de Master et thèses de Doctorat soutenus depuis une vingtaine d'années en son sein, de même que ses publications, qu'il s'agisse de la revue franco-maghrébine de droit, dont le vingt-et-unième numéro consacré aux modes alternatifs de règlement des conflits paraît en décembre 2014, et des actes de colloque qu'il organise ou co-organise chaque année à l'Université de Perpignan ou à l'étranger.

Bien évidemment ce ne sont là que les premières embûches parsemant le cheminement des comparatistes qui doivent ensuite faire face à des soucis d'ordre méthodologique d'une toute autre ampleur...





Spitzberg © Photo réalisée par **Philippe KERHERVE**, Maître de Conférences au **CEFREM**. Cliché sélectionné pour le Visa Off 2014. Vue aérienne de deux glaciers côtiers se jetant dans le Kongsfjorden (île de Spitzberg, archipel de Svalbard, Norvège, 79°N, juillet 2012). Témoignage de la fonte des glaciers : ces deux glaciers n'en faisaient qu'un au début des années 1970. Recul de près de 2 km en 40 ans. Toutes ces particules fines, résultant de l'érosion des roches par les glaciers, se déposent en grande quantité sur les sédiments du fjord du fait du réchauffement climatique et finissent par appauvrir sa biodiversité.

## Dynamique des environnements et des anthroposystèmes

Il est nécessaire que les hommes reconsidèrent leur relation à l'environnement naturel (défi 8). Pour ce faire, ils doivent mieux connaître le fonctionnement complexe de l'environnement et mesurer les impacts induits. Ceci est parfaitement illustré par l'article du CEFREM sur les planeurs sous-marins qui met aussi clairement en évidence combien ce type d'études est source d'innovation et de développement technologique (défis 1-3-8). De même, le laboratoire IMAgES expose des méthodes analytiques innovantes et peu coûteuses (défis 3-8) permettant de mieux évaluer et gérer les risques (défis 8-10) environnementaux et médicaux (défi 4) induits par les pesticides chimiques (défi 1).

Les planeurs sous-marins en Méditerranée : une technologie innovante pour caractériser les eaux du Golfe du Lion - 40

Bio-essais et biocapteurs pour l'étude des herbicides utilisés en maïsiculture - 42

# Les planeurs sous-marins en Méditerranée

## Une technologie innovante pour caractériser les eaux du Golfe du Lion

### CEFREM\*

Gaël MANY  
Doctorant (allocation UPVD)

François BOURRIN  
Maître de Conférences UPVD

Xavier DURRIEU de MADRON  
Directeur de Recherche CNRS

Contact : fbourrin@univ-perp.fr

Site internet : <http://cefrem.univ-perp.fr/>

Financements :  
2012-2013 : Projet TUCPA, TURbidité Côtière et Plateformes Autonomes (P.I : François BOURRIN) - EC2CO Drill INS/CNRS  
2015-2018 : Projet MATUGLI, Mesure de la TURbidité côtière à l'aide de GLiders (P.I : François BOURRIN) - ANR ASTRID / DGA  
2013-2019 : Projet AMORAD, Amélioration des modèles de prévision de la dispersion et d'évaluation de l'impact des radionucléides au sein de l'environnement (P.I : IRSN)  
Allocation de thèse UPVD

Partenaires :  
Direction Technique de l'INSU - La Seyne sur Mer (Jean-Luc FUDA)  
IFREMER Brest (Romarc VERNEY)  
IFREMER La Seyne sur Mer (Ivane PAIRAUD)

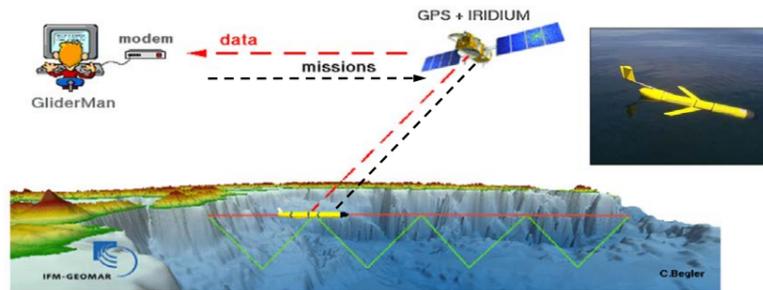


Figure 1 : Fonctionnement d'un planeur sous-marin. La trajectoire en dents-de-scie effectuée entre 0 et 200 m de profondeur est marquée en vert. Lorsque le drone se retrouve en surface, une antenne GPS/Iridium permet de transmettre les données et de récupérer les ordres de mission de l'opérateur «GliderMan» via satellite. En haut à droite, un exemple de glider côtier SLOCUM utilisé. Sa couleur jaune reste très pratique afin de le repérer (et de le récupérer) en milieu marin.

### La zone côtière, un milieu propice aux échanges terre-mer, biologiquement productif mais parfois hostile

La zone côtière régule les échanges de matière entre la terre et la mer. Cette zone est souvent limitée par l'extension du plateau continental entre 0 et 200 m de profondeur. Elle rassemble les estuaires décrits comme des exutoires des bassins versants recevant les apports " terrigènes " des eaux douces, turbides (fortes concentrations en particules) et enrichies en matière organique, nutriments et contaminants. Ces apports, particuliers ou dissous, sont à la base des interactions au sein des écosystèmes, et entrent directement dans les calculs de flux de carbone entre la terre, l'atmosphère et les océans. Se faisant principalement en période d'évènements extrêmes (crues - apports / tempête - exports), le suivi de ces échanges est primordial afin de comprendre les processus physiques contrôlant cette dynamique.

Le laboratoire CEFREM tente de répondre aux problématiques des

échanges de matière dans le continuum terre-mer en établissant des bilans de matières au sein du Golfe du Lion (Méditerranée Nord-Occidentale). Ce large plateau continental est soumis d'une part aux apports sédimentaires du Rhône (jusqu'à 80% des apports annuels totaux) mais aussi à des processus hydrodynamiques intenses durant les tempêtes amenées par des vents " Marins " (S-E). Afin de suivre l'impact de ces évènements sur les eaux côtières, nous disposons de plusieurs plateformes d'observation. Parmi elles, un outil novateur rassemblant de nombreuses technologies, les planeurs sous-marins, robots autonomes, nous offrent la possibilité d'améliorer nos connaissances sur la variabilité haute fréquence de cet environnement.

### Les gliders, un outil novateur complétant les réseaux d'observation existants

Les planeurs sous-marins, ou " gliders " (nom anglais couramment utilisé) naviguent en dents-de-scie (0-200 m de profondeur à une vitesse d'environ 20-30 cm/s) et sont équipés de différents

capteurs, mesurant la température, la salinité ou la clarté de l'eau. L'estimation des courants marins est également possible en comparant les positions prévisionnelles et réelles du glider. Ces instruments ont une autonomie supérieure à trois mois, permettant de faire des mesures pendant les périodes d'évènements extrêmes. De part leur système de déplacement non-motorisé (ballasts), les gliders nous offrent la possibilité de suivre l'impact de tels évènements dans l'espace et le temps. Ces planeurs complètent un réseau d'observation déjà dense permettant de comprendre des phénomènes à l'échelle globale, telles les images satellites, jusqu'à l'échelle locale comme les bouées en sortie des fleuves, les mouil-

les images satellites, les conditions en mer pour les campagnes, ou l'absence de résolution spatiale pour les points fixes. Les gliders permettent ainsi de comprendre à une échelle plus grande les phénomènes observés en un point, mais aussi de suivre l'ensemble de la colonne d'eau, ce qui reste impossible par l'exploitation des images satellites.

### L'impact d'une tempête sur le plateau catalan du Golfe du Lion et la mesure des rejets particuliers du Rhône en période de crue

L'effet d'une tempête sur l'export de sédiments hors du plateau continental a pu être mesuré dans l'espace et le temps (Fig 2.b). Les fonds de 30 à 60 m

« nuage » de sédiments en suspension sur l'ensemble du plateau (60-100 m). L'estimation des courants mesurés par le glider nous indiquent que toute la colonne d'eau (0-100 m) est impactée par la circulation cyclonique du Golfe du Lion en période de tempête (vents « Marins »), entraînant un export des particules vers le sud.

En période de crue du Rhône, les gliders nous permettent de comprendre l'évolution spatio-temporelle de la structure (hauteur, longueur, concentration) du panache. La section présentée (Fig 2.c) montre des valeurs très faibles en température de surface, correspondant aux eaux du Rhône, parallèlement très peu salées, et chargées en particules (20 mg/L au maximum). Le glider nous offre la possibilité de déterminer une épaisseur de panache d'environ 10-20 m pour une distance côte-large de plus de 35 km.

Ces deux exemples illustrent parfaitement le rôle que jouent les planeurs sous-marins dans la complémentarité des plateformes d'observations. Les apports par les fleuves, mesurés par les bouées aux embouchures, sont ainsi suivis une fois en mer. Alors que les images satellites nous indiquent le comportement des particules en surface, les gliders nous apportent de nouvelles informations quant à la dynamique de l'ensemble de la colonne d'eau. Ces planeurs, bien que coûteux à l'achat (de l'ordre de 120 k€ équipés de capteurs), possèdent un rapport prix / mesure très faible (profil estimé à 20 € contre 200 € en bateau). Les déploiements / récupérations peuvent parfois être compliqués mais ces appareils restent à la pointe de la technologie en matière d'observations océanographiques. Leur utilisation ne cesse d'augmenter, favorisant la création d'un véritable réseau de surveillance des zones côtières, et plus généralement, de l'ensemble des océans.

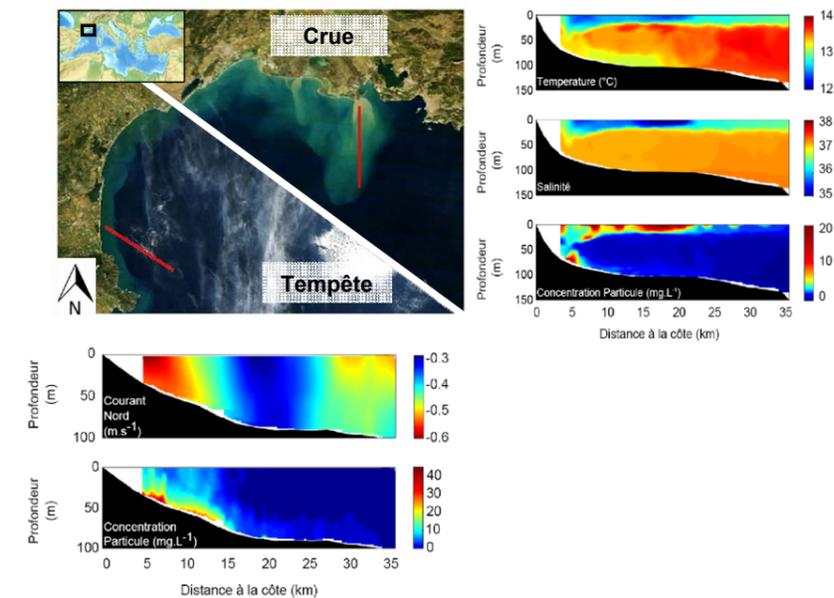


Figure 2 : a) Images satellites du Golfe du Lion pendant 1) une situation de tempête (02/2011), et 2) une situation de crue du Rhône (02/2014). Les sections établies par le glider sont schématisées par un trait rouge. Données gliders: de bas en haut b) courants nord estimés (m/s - valeurs négatives vers le sud), concentration en particules (mg/L). Notez les fortes valeurs proches de la côte. c) température (°C), salinité, concentration en particules (mg/L). Notez la cellule d'eau froide et turbide située entre 10-20km au large et consécutive à une brève augmentation du débit du Rhône.

lages au sein des canyons sous-marins et les campagnes en mer. Ce réseau est néanmoins très vite limité lors d'évènements météorologiques intenses, de part la couverture nuageuse pour

sont très fortement influencés par la remise en suspension provoquée par de fortes vagues. Ces particules sont parallèlement amenées par la circulation côtière vers le large créant un

## Bio-essais et biocapteurs pour l'étude des herbicides utilisés en maïsiculture

### IMAgES \*

Emilie Rocaboy-Faquet  
Doctorante UPVD

Lise BARTHELMEBS  
Professeuse UPVD

Thierry NOGUER  
Professeuse UPVD

Contact :  
emilie.rocaboy@etudiant.univ-perp.fr

Financements : ANR TRICETOX (AAP CESA 2012), et Ecole Doctorale 305



L'agriculture intensive pratiquée depuis les années 1960 est basée sur une mécanisation des techniques culturales mais aussi sur l'utilisation de produits chimiques parmi lesquels on trouve les pesticides (Sources SCEES, UIPP). Ces produits phytosanitaires appliqués sur les surfaces cultivées peuvent affecter des organismes non ciblés et contaminer par percolation et ruissellement les sols et les milieux aquatiques. Une préoccupation grandissante du grand public est observée depuis quelques années concernant l'impact de ces pesticides sur l'environnement et sur la santé humaine. Cette prise de conscience a été accompagnée d'un durcissement du contexte réglementaire autour de l'utilisation des pesticides, tant au niveau national avec l'organisation du Grenelle de l'Environnement en 2007 et la mise en place du plan Ecophyto 2008-2018, qu'au niveau européen avec deux directives majeures : la Directive Cadre sur l'Eau (DCE, directive 2000/60/CE) et la réglementation REACH (Règlement n°1907/2006/CE). Un des principaux objectifs de la réglementation REACH

est d'obliger les industriels à évaluer et gérer les risques posés par les produits chimiques et de fournir des informations de sécurité adéquates à leurs utilisateurs. En conséquence, les industriels sont demandeurs de méthodes analytiques permettant un suivi de ces substances à haute fréquence et dans certains cas l'étude de leur comportement en situation réelle. Actuellement, les méthodes analytiques utilisées sont des méthodes de référence basées sur des techniques chromatographiques complexes, coûteuses et inadaptées à une utilisation de terrain. Il existe donc une réelle demande de nouvelles techniques d'analyses performantes et applicables en laboratoire ou sur le terrain et offrant une alternative aux méthodes de référence.

Le groupe « Biocapteurs-Analyse-Environnement » (BAE) du laboratoire IMAgES (EA4218) est reconnu depuis une vingtaine d'années pour ses compétences en recherche et développement d'outils d'analyse innovants. Cette équipe pluridisciplinaire, fédérant biologistes et chimistes, a développé un

savoir-faire unique dans la mise au point de biocapteurs, outils analytiques associant étroitement un récepteur biologique (enzymes, anticorps, aptamères, organites, cellules entières...) à un élément physique (transducteur), qui transforme la reconnaissance moléculaire en un signal mesurable. Un des champs d'application de ces outils concerne l'environnement, dans un but de détecter et de quantifier des contaminants tels que des pesticides, des toxines, des métaux lourds, et autres polluants émergents.

Le groupe BAE est, depuis septembre 2013, coordinateur du projet ANR TRICETOX (AAP CESA 2012) qui porte sur l'étude des herbicides de la famille des  $\beta$ -tricétones. Ces composés sont majoritairement utilisés pour la culture du maïs en traitement de post-levée, ils ont succédé à l'atrazine, interdite dans de nombreux pays européens depuis 2003 (DCE). En France, la culture du

Un des objectifs du projet TRICETOX est de développer des méthodes analytiques innovantes, simples à mettre en œuvre et peu coûteuses pour l'analyse d'herbicides de la famille des  $\beta$ -tricétones afin de pallier l'absence

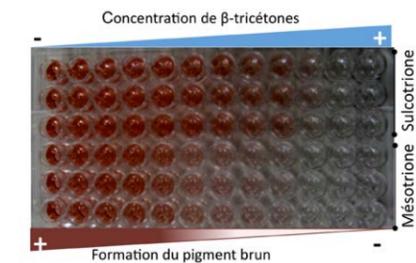


Fig. 1 : Bio-essai colorimétrique à cellules entières (*E. Coli*) contenant l'HPPD en présence de concentrations croissantes de  $\beta$ -tricétones (Mésotrione et Sulcotrione)

de méthode analytique utilisable sur le terrain. Le principe de ces nouvelles méthodes s'appuie sur l'utilisation de l'enzyme cible de ces pesticides, l'HydroxyPhénylPyruvate Dioxygénase (HPPD), qui est impliquée dans la voie

après 12 heures d'incubation (Figure 1). L'addition de  $\beta$ -tricétones dans le test entraîne l'inhibition de l'HPPD, et donc une diminution proportionnelle de la production du pigment, mesurable à 400 nm avec un simple lecteur de microplaque.

La seconde méthode est un biocapteur enzymatique à transduction électrochimique utilisant l'enzyme HPPD purifiée et immobilisée sur la surface d'une électrode de carbone sérigraphiée. En présence de son substrat, l'HPPD génère une molécule électrochimiquement active, qui peut être facilement oxydée à l'aide

d'un potentiostat pour générer un courant électrique (Figure 2). L'addition de  $\beta$ -tricétones dans le mélange réactionnel inhibe l'HPPD, induisant une diminution proportionnelle du courant. Dans ce cas un cycle de mesure est réa-

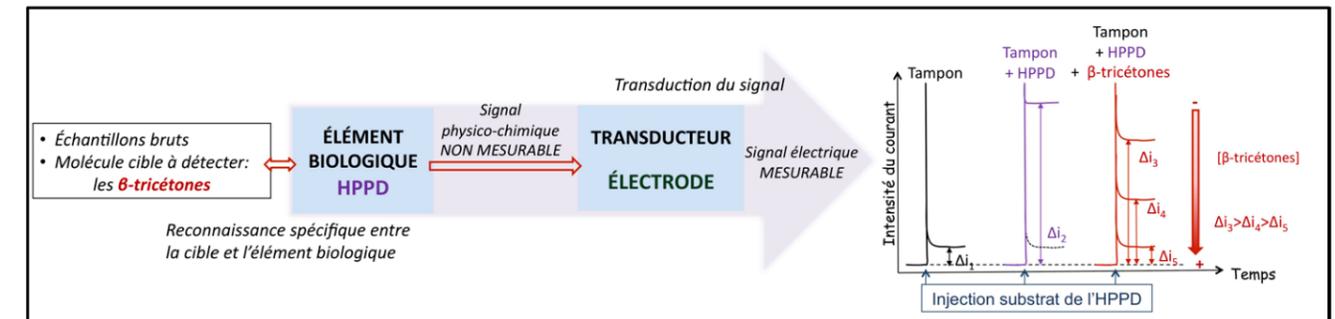


Fig. 2 : Principe général du biocapteur enzymatique (HPPD) à transduction électrochimique pour la détection des  $\beta$ -tricétones

maïs représente la 2<sup>ème</sup> plus grande surface de culture avec 3 millions d'hectares répartis sur la quasi-totalité du territoire, faisant de la France le 1<sup>er</sup> producteur européen de maïs et le 6<sup>ème</sup> mondial avec une production annuelle de 16 millions de tonnes en 2012. Cette culture subit une surprotection avec des traitements lourds représentant 10% de la consommation totale des produits phytosanitaires dont 75% d'herbicides, composés principalement de ceux appartenant à la famille des  $\beta$ -tricétones (Sources SCEES, UIPP).

de biosynthèse des pigments caroténoïdes, et dont l'inhibition se traduit in vivo par le blanchiment de la plante et sa mort (Dayan et al., 2007).

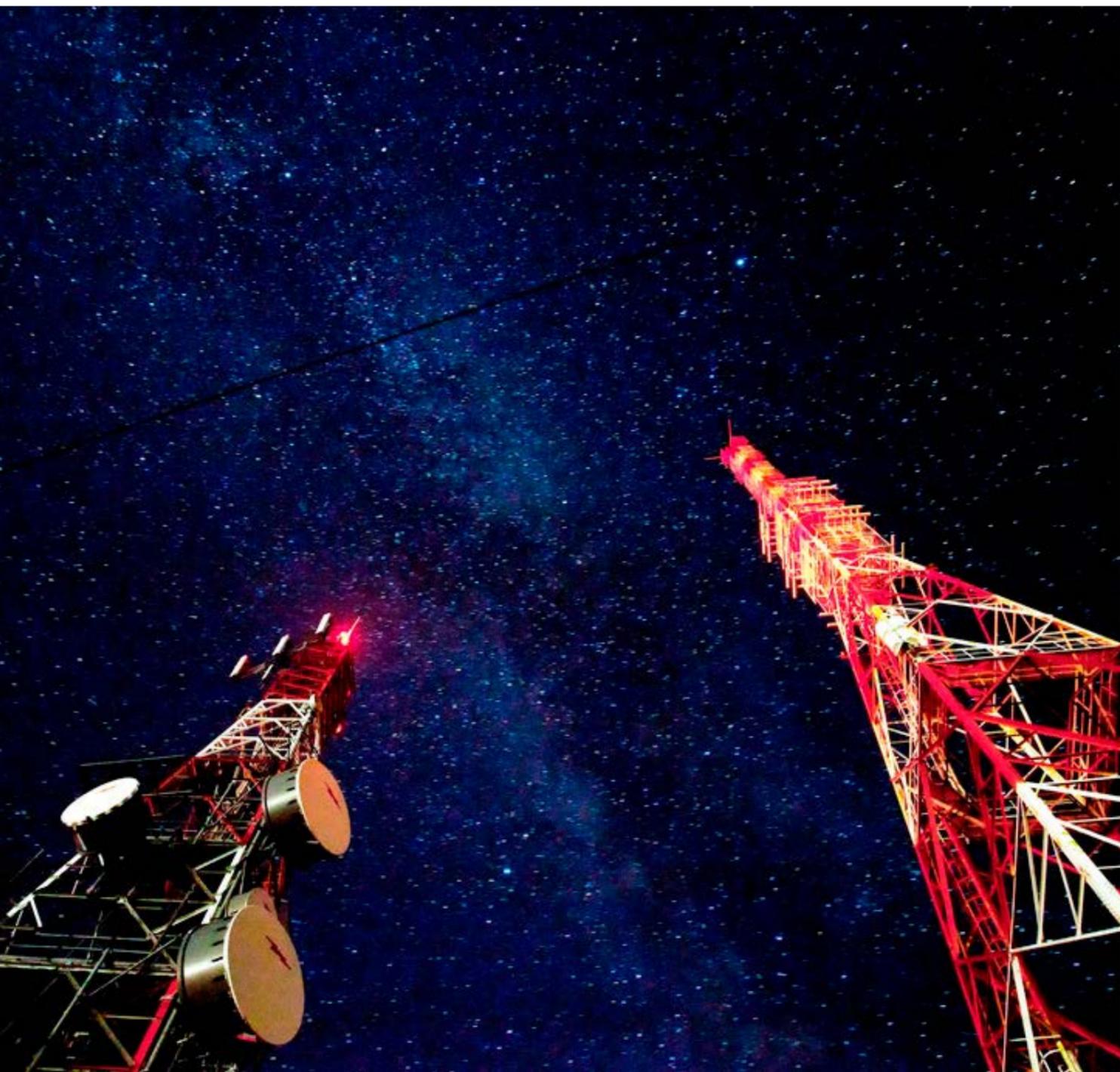
La première méthode analytique développée est un bio-essai colorimétrique à cellules entières, réalisé en plaques 96 puits et utilisant un clone recombinant bactérien exprimant une HPPD végétale (Rocaboy-Faquet et al., 2014). Ce clone recombinant produit en présence de tyrosine un pigment brun soluble de type mélanine, détectable à l'œil nu

lisible en une vingtaine de minutes.

Ces deux méthodes offrent des limites de détection de l'ordre de la nanomole par litre, compatibles avec une utilisation pour une surveillance haute fréquence des herbicides  $\beta$ -tricétones dans le cadre d'un suivi du risque environnemental.

#### Références :

Dayan FE, Duke SO, Sauldubois A, Singh N, McCurdy C, Cantrell C (2007), *Phytochemistry* 68 :2004-2014.  
Rocaboy-Faquet E, Noguer T, Romdhane S, Bertrand C, Dayan FE, Barthelmebs L (2014), *Applied Microbiology and Biotechnology* 98 : 7243-7252.



## Théorie, Systèmes complexes Modélisation

Nos mathématiciens du LAMPS nous font découvrir le monde des " mathématiques tropicales " aux applications variées comme la gestion des réseaux ferroviaires (défi 6) ou encore le contrôle optimal et les optimisations (défi 1). Les enjeux planétaires identifiés à ce jour se déclinent à diverses échelles. L'équipe DALI du LIRMM nous montre ainsi que certains composants électroniques de nos téléphones portables sont eux aussi trop coûteux en surface occupée et en consommation d'énergie (défis 1 et 2). A ces différentes échelles et au sein de divers domaines applicatifs, nos enseignants-chercheurs sont à même de s'adapter aux ressources disponibles (défi 8) pour proposer des solutions capables de stimuler un renouveau industriel dans le domaine (défis 3).

Mathématiques tropicales - 46

Les nombres réels sur un  
processeur entier - 48

# Mathématiques tropicales

## LAMPS \*

Charles HORVATH  
Professeur UPVD

Contact :  
horvath@univ-perp.fr

Site internet : <http://lamps.univ-perp.fr>

Financement : UPVD



*Quel rapport peut-il y avoir entre la recherche, dans un réseau donné, d'un trajet à coût minimum, la mécanique quantique, la catastrophe financière de 2008... ?*

## 1. Introduction

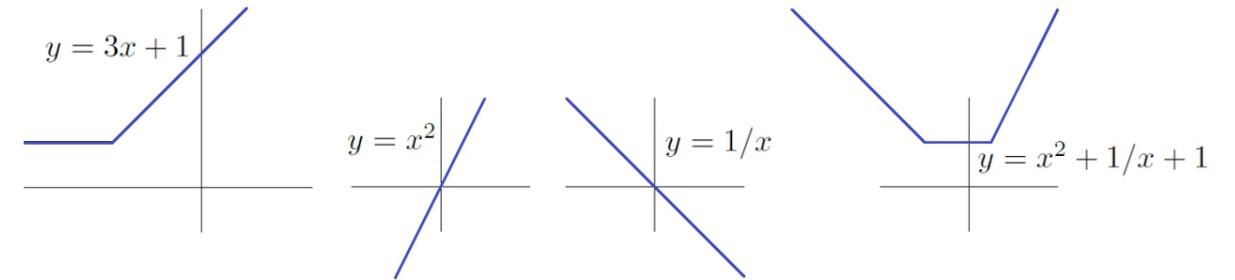
La consigne étant de s'en tenir à un niveau bac, nous commencerons avec des choses simples : fonctions d'une variable ; des "vecteurs" en dimension 2 (deux coordonnées  $(x, y)$ ) ; des petites matrices (par exemple 2 lignes et 2 colonnes). On pourrait par exemple considérer les graphes de  $y=3x+2$  (niveau troisième) ou le graphe de  $y=x^2$  (niveau?), ou encore  $y=1/x$  ou bien  $y=x^2+1/x+1$  (ça se corse) ; tout cela est bien connu et les graphes figurent ci-dessous. Pour ce qui est des matrices, on pourrait prendre

$A = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 1 \end{bmatrix}$ ,  $B = \begin{bmatrix} 3/5 & 0 \\ 1 & 2/3 \end{bmatrix}$  et calculer les matrices  $2A+B$  et  $AB$ , par exemple.

Tout cela est fait ci-contre. Vous pouvez vérifier les calculs. Je vous assure qu'ils sont justes. Enfin, je l'espère.

## 2. Que se passe-t-il ?

Encore un "matheux qui déraile !" Quoiqu'il en soit, on aura remarqué qu'il y a de la linéarité là où il ne devrait pas y en avoir. Si, dans le contexte approprié,  $y=x^2$  est linéaire on a pas à être surpris que le graphe de  $y=3x+1$ , dans ce même contexte, ne le soit pas. Et pourtant ce graphe est aussi le graphe d'une droite ; plus exactement d'une géodésique (oups !). Il ne s'agit pas d'un simple changement d'échelle - comme le passage à une échelle logarithmique - ni d'un changement de variable. Les choses sont un peu plus subtiles, un peu plus sérieuses et bien plus compliquées comme en témoigne l'intense activité de recherche qui s'est propagée en quelques années à partir des deux épiphores historiques que sont, d'une part, Paris avec l'Ecole Polytechnique autour de Stéphane Gaubert et, d'autre part, Moscou autour de Victor Maslov.



$$2A + B = 2 \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 3/5 & 0 \\ 1 & 2/3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3 & 4 \\ 5 & 3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 3/5 & 0 \\ 1 & 2/3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3 & 4 \\ 5 & 3 \end{bmatrix}$$

et

$$AB = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 3/5 & 0 \\ 1 & 2/3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3 & 8/3 \\ 18/5 & 3 \end{bmatrix}.$$

Tout est dans l'interprétation de "a plus b" et de "a fois b".

Les électriciens vous diront que si vous montez deux circuits en parallèle et si les deux sont fermés alors le circuit est fermé, d'où  $1+1=1$  ; et que si les circuits sont montés en série et que l'un est ouvert alors le circuit est ouvert :  $0 \cdot 1 = 1 \cdot 0 = 0$ . Naturellement, si l'un des circuits est fermé alors... d'où  $0+1=1+0=1$ , etc.

Voilà "une petite arithmétique" qui a tout ce qu'il faut - addition, multiplication, 0, 1 - et qui se comporte presque comme ces grandes et traditionnelles sœurs, qui n'admettraient pas que l'on puisse, en ajoutant un nombre quelconque à lui-même, retrouver ce même nombre.

Les structures mathématiques dont il est question ici ont pour noms : "algèbres tropicales", "géométrie tropicale", "mathématiques tropicales" pour "l'école française" ou "semi-modules de Maslov" et "analyse indempotente" pour "l'école russe".

De quoi s'agit-il ? On a des objets (des "vecteurs", des matrices, des fonctions...) qui peuvent être "additionnés" et "multipliés". Tous les calculs se font comme s'il s'agissait de nombres ordinaires (ou de matrices, ou de vecteurs, ou de fonctions) et de cette bonne vieille addition et de cette bonne vieille multiplication que tout le monde connaît... avec une différence majeure : *un élément quelconque que l'on additionne à lui-même donne ce même élément.*

On aura peut-être reconnu dans les exemples, les lois d'addition et de multiplication suivantes : « x additionné à y » donne  $\max\{x, y\}$  et « x multiplié par y » donne  $x+y$ .

## 3. Pour faire quoi ?

Pour publier bien entendu ! Mais pour d'autres raisons aussi. Ces structures se sont imposées à partir de problèmes qui se posent ; par opposition aux problèmes que l'on se pose (dixit, Henri Poincaré).

Voici une liste, aussi sommaire que succincte, sans autres explications, de champs d'application des mathématiques tropicales :

- En recherche opérationnelle (problèmes de chemins à capacité maximum, de plus court ou de plus long chemin, de chemin à fiabilité maximum), modélisation et gestion d'un réseau ferré national (en l'occurrence, celui des Pays-Bas).
- En physique mathématique,
- En contrôle optimal et en optimisation,
- En économie mathématique,
- En biologie ("phylogenetics").

## Les nombres réels sur un processeur entier

### DALI LIRMM \*

Amine NAJAH  
Doctorant UPVD

Guillaume REVY  
Maître de Conférences UPVD

Contacts :  
amine.najahi@univ-perp.fr  
guillaume.revy@univ-perp.fr

Site internet : <http://webdali.univ-perp.fr/>

Financement :  
Projet ANR DEFIS (Design of fixed-point embedded systems) : ANR Programme "Ingénierie Numérique et Sécurité", 2011-2015.



L'ordinateur a été inventé dans les années 1940 pour aider les scientifiques dans leurs calculs. La précision de ces calculs dépend de la capacité des processeurs à approcher et à calculer avec les nombres réels. Or certains réels, tels que le nombre  $\pi = 3.1415\dots$  ou le résultat du ratio  $1/3 = 0.3333\dots$ , ne sont pas exactement représentables sur un nombre fini de chiffres. Comment représenter et calculer avec de telles valeurs numériques ?

### Les réels dans un ordinateur

En 1985, sous l'impulsion de William Kahan (UC Berkeley, USA), le standard IEEE-754 a été mis en place pour définir l'arithmétique flottante. Ce standard décrit comment approcher les réels à l'aide des nombres flottants, et spécifie les règles arithmétiques qui permettent de calculer avec ces nombres. En 1987, la firme Intel® conçoit le 80387, premier coprocesseur conforme au standard IEEE-754, pour accélérer les calculs flottants. L'utilisation de ce type de puces, les FPU (Floating-Point Unit), s'est depuis

répandu, et on en trouve aujourd'hui dans tous les processeurs généralistes. Mais pour les fabricants de microprocesseurs à bas coût, comme ceux de nos téléphones portables, adjoindre une FPU reste coûteux en surface et en consommation d'énergie. Ces fabricants continuent donc de livrer des processeurs qui n'offrent aucun support matériel pour les calculs flottants. Ces processeurs, **les processeurs entiers**, ne peuvent calculer qu'avec les nombres entiers. Comment faire pour approcher les nombres réels sur de tels processeurs ?

Les travaux de l'équipe DALI envisagent 2 approches : 1) utiliser un support non pas matériel mais logiciel de l'arithmétique flottante, 2) utiliser l'arithmétique à virgule fixe qui est à mi-chemin entre l'arithmétique entière et l'arithmétique flottante.

### Support logiciel à l'arithmétique flottante

Un nombre flottant  $x$  est représenté par un signe, une mantisse  $m$  de  $p$  chiffres,

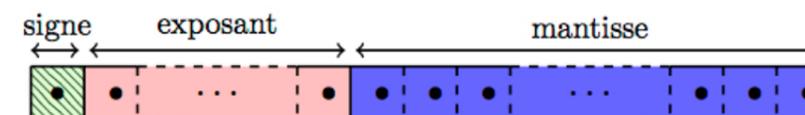
et un exposant  $e$ . En base 10, on aura :

$$x = \pm m \times 10^e.$$

Par exemple, le réel  $-0.0125$  est représenté par le nombre flottant  $-1.25 \times 10^{-2}$ , où le signe est négatif, la mantisse est  $m = 1.25$ , et l'exposant vaut  $e = -2$ . La convention adoptée impose que la mantisse soit normalisée, c'est-à-dire, que la virgule se trouve toujours après le premier chiffre non nul. Cette convention implique que la représentation d'un nombre flottant est unique.

Il est à noter que la mantisse peut être simplement manipulée et stockée sous forme d'un entier  $M$  de  $p$  chiffres. On aura alors :

$$x = \pm M \times 10^{e-p+1} \text{ avec } M = m \times 10^{p-1}.$$



Dans l'exemple,  $(M, e, p) = (125, -2, 3)$  et  $-0.0125 = -125 \times 10^{-4}$ .

Lorsqu'aucune FPU n'est disponible, l'arithmétique flottante doit être émulée à l'aide d'un support logiciel. Programmer ce support consiste à représenter le signe, la mantisse et l'exposant d'un flottant par des nombres entiers, et à exprimer les opérations flottantes à l'aide d'opérations entières. Considérons, par exemple, le produit des flottants  $a = 3.333 \times 10^{-1}$  et  $b = 1.125 \times 10^{-2}$ . Multiplier  $a$  et  $b$  revient à multiplier leur mantisse et sommer leur exposant:

$$a \times b \approx (3333 \times 10^{-1-4+1}) \times (1125 \times 10^{-2-4+1}) = (3333 \times 1125) \times 10^{-9} = 3749625 \times 10^{-9}.$$

Si l'on souhaite que la mantisse du résultat ait la même taille que celles des opérands, le standard IEEE-754 dicte

l'attitude à suivre, qui est désignée sous le nom d'arrondi. En arrondissant  $a \times b$ , on obtient :

$$a \times b \approx 3750 \times 10^{-6} \approx 3.750 \times 10^{-3}.$$

Cet exemple montre que les opérations à effectuer pour multiplier deux flottants se ramènent à des opérations entières.

En pratique, un programme qui utilise un support logiciel de l'arithmétique flottante s'exécute plus lentement qu'un programme qui fait appels aux instructions d'une FPU. Mais l'aspect arithmétique est transparent au programmeur. En effet, ce dernier ne se soucie guère, quand il écrit son programme, du fait que les calculs seront effectués par une FPU ou par un logiciel spécialisé.

L'équipe DALI participe au développement de FLIP<sup>1</sup>, un support logiciel de l'arithmétique flottante. Ce support cible le processeur VLIW ST231 et permet une accélération jusqu'à  $\approx 80\%$  sur certaines opérations par rapport au support jusqu'alors utilisé.

### L'arithmétique à virgule fixe

L'arithmétique à virgule fixe est un moyen d'approcher les nombres réels en associant un facteur d'échelle aux nombres entiers. Un nombre  $x$  en virgule fixe est représenté par un couple d'entiers relatifs  $(X, f)$ , tels que :

$$x = X \times 10^{-f}.$$

Cette définition ressemble à celle des nombres flottants. Néanmoins, les

deux arithmétiques diffèrent car le facteur d'échelle  $f$  est implicite : il n'est pas stocké en mémoire et n'est connu que par le programmeur. Ce dernier doit donc se charger de la gestion de ce facteur d'échelle au fur et à mesure des calculs.

Considérons de nouveau le produit de  $a = 0.3333$  et  $b = 0.01125$ , dont les représentations en virgule fixe sont :

$$(3333, 4) \text{ et } (1125, 5).$$

Multiplier ces deux nombres revient à multiplier leur entier associé

$$3333 \times 1125 = 3749625$$

et à interpréter ce résultat avec un nouveau facteur d'échelle, ici  $4+5 = 9$ .

Donc les programmes en virgule fixe sont efficaces, car ils ne manipulent pas d'exposants. Mais programmer en virgule fixe est fastidieux, particulièrement pour les non initiés et surtout en l'absence de norme à l'instar du standard IEEE-754 pour l'arithmétique flottante. Pour remédier à cela, les développeurs se tournent vers des outils automatisés de synthèse de codes en virgule fixe.

L'équipe DALI travaille dans le cadre du projet ANR DEFIS<sup>2</sup> au développement des outils CGPE<sup>3</sup> et FPLA<sup>4</sup>, qui permettent, respectivement, de générer des codes virgule fixe pour évaluer diverses expressions arithmétiques (évaluation polynomiale, ...) et des blocs d'algèbre linéaire (inversion de matrice, ...).

1 <http://flip.gforge.inria.fr>

2 <http://defis.lip6.fr/>

3 <http://cgpe.gforge.inria.fr/>

4 <http://perso.univ-perp.fr/mohamedamine.najahi/fpla/>

## Les unités de recherche



Cérémonie de remise de diplômes de Doctorat UPVD, juillet 2014, Palais des Rois de Majorque Perpignan, © Morgan BOYER, UPVD

### Fonctionnement du vivant et écologie

**LGDP** : Laboratoire Génome et Développement des Plantes, UMR 5096 CNRS-UPVD

*Biologie* : Etude 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.

**2EI** : Ecologie et Evolutions des Interactions, UMR 5244 CNRS-UPVD

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

**LPSA** : Laboratoire Performance, Santé, Altitude, EA UPVD 4640

*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.

**CRIOBE** : Centre de Recherches Insulaires et Observatoire de l'Environnement, USR 3278 EPHE-UPVD-CNRS

*Récifs coralliens* : étude de l'origine et du maintien de la biodiversité, de l'écologie chimique, de la chimie de l'environnement, de la caractérisation et des activités biologiques de nouveaux métabolites ainsi que du fonctionnement de l'écosystème. Implanté à Perpignan et à Moorea en Polynésie française.

### Energies renouvelables, procédés et matériaux

**PROMES** : Laboratoire Procédés, Matériaux et Energie Solaire, UPR 8521 CNRS - convention UPVD

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

### Théorie, systèmes complexes, modélisation

**LAMPS** : Laboratoire de Mathématiques et Physique, EA UPVD 4217

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

**DALI LIRMM** : Digits, Architectures et Logiciels Informatiques, équipe au sein de l'UMR 5506 CNRS-UM2

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

### Dynamique des environnements et des anthroposystèmes

**CEFREM** : Centre de Formation et de Recherche sur les Environnements Méditerranéens, UMR 5110 CNRS- UPVD

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

**IMAgES** : Institut de Modélisation et d'Analyses en Géo-Environnement et Santé, EA UPVD 4218

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

### Méditerranées : territoires, cultures, sociétés, patrimoines, marchés

• Membres de l'Institut des Méditerranées IDM FED 4164

**CRHiSM** : Centre de Recherches Historiques sur les Sociétés Méditerranéennes, EA UPVD 2984

*Histoire et histoire des arts* : histoire, arts et patrimoines des sociétés méditerranéennes.

**CRILAUP** : Centre de Recherches Ibériques et Latino-Américaines de l'Université de Perpignan, EA UPVD 764

*Etudes hispaniques et hispano-américaines* : métissages et frontières dans le monde hispanique et latino-américain.

**ICRESS** : Institut Catalan de Recherche en Sciences Sociales, EA UPVD 3681

*Etudes catalanes* : langue et culture catalanes, frontières et identités, espace catalan transfrontalier.

**VECT-Mare Nostrum** : Voyages, Echanges, Confrontations et transformations, EA UPVD 2983

*Lettres et langues (anglaises, françaises, classiques, comparées)* : études du mouvement, mythes et fictions, processus d'écriture et de réécriture dans l'espace littéraire.

• Membres associés à l'IDM

**ART-DEV** : Acteurs, Ressources et Territoires dans le Développement, UMR 5281 CNRS-UM3-CIRAD associés UM1 et UPVD

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

**HNHP** : Histoire Naturelle de l'Homme Préhistorique, UMR 7194 CNRS-MNHN-UPVD

*Préhistoire* : Dynamiques des 1<sup>ers</sup> peuplements humains, comportements des Néandertaliens et des Hommes anatomiquement modernes replacés dans leur contexte paléoécologique, paysages, archives sédimentaires, matériaux. Fouilles entre autres à la Caune de l'Arago : l'Homme de Tautavel -450 000 ans.

**CDED** : Centre du Droit Economique et du Développement, EA UPVD 4216

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

**CFDCM IFRAMOND** : Centre Francophone de Droit Comparé et de Droit Musulman, EA UPVD 4586

*Droit* : droit comparé des pays francophones, droit musulman.

**CAEPEM** : Centre d'Analyse de l'Effizienz et de la Performance en Economie et Management, EA UPVD 4606

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



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](http://www.univ-perp.fr)

Direction de la Recherche et de la Valorisation  
[audrey.pages@univ-perp.fr](mailto:audrey.pages@univ-perp.fr)  
33 (0)4 68 66 17 36 ou 33 (0)4 68 66 22 05

Service Communication et Culture UPVD  
[sec-comm@univ-perp.fr](mailto:sec-comm@univ-perp.fr)  
33 (0)4 68 66 21 23

Directeur de publication : Fabrice Lorente, Président UPVD

Création / réalisation / diffusion : Service communication et culture UPVD  
Impression : Encre Verte / Service reprographie UPVD  
Crédits photographiques : Avarez-Zarikian, M. Veuille, F. Touratier, J. Mourier,  
T. Vignaud, M. Martzluf, D. Giband, P. Kerhervé, M. Boyer