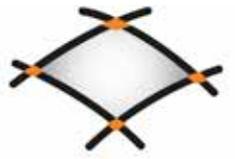
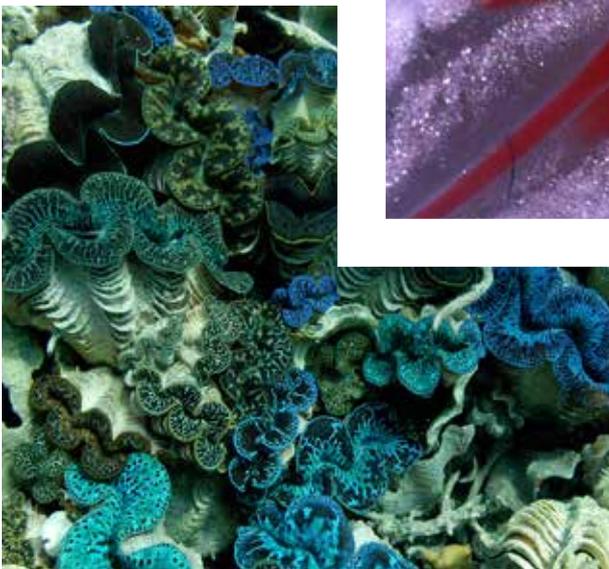
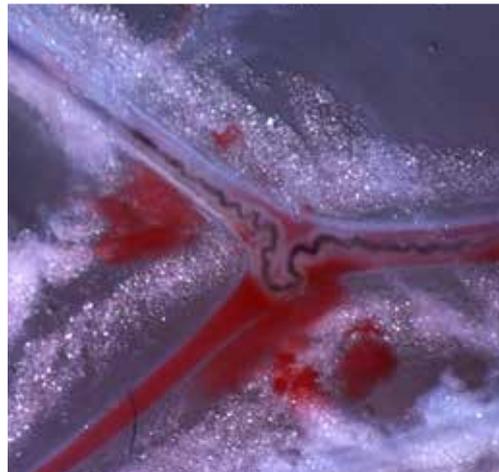


Le mag DE L'UPVD



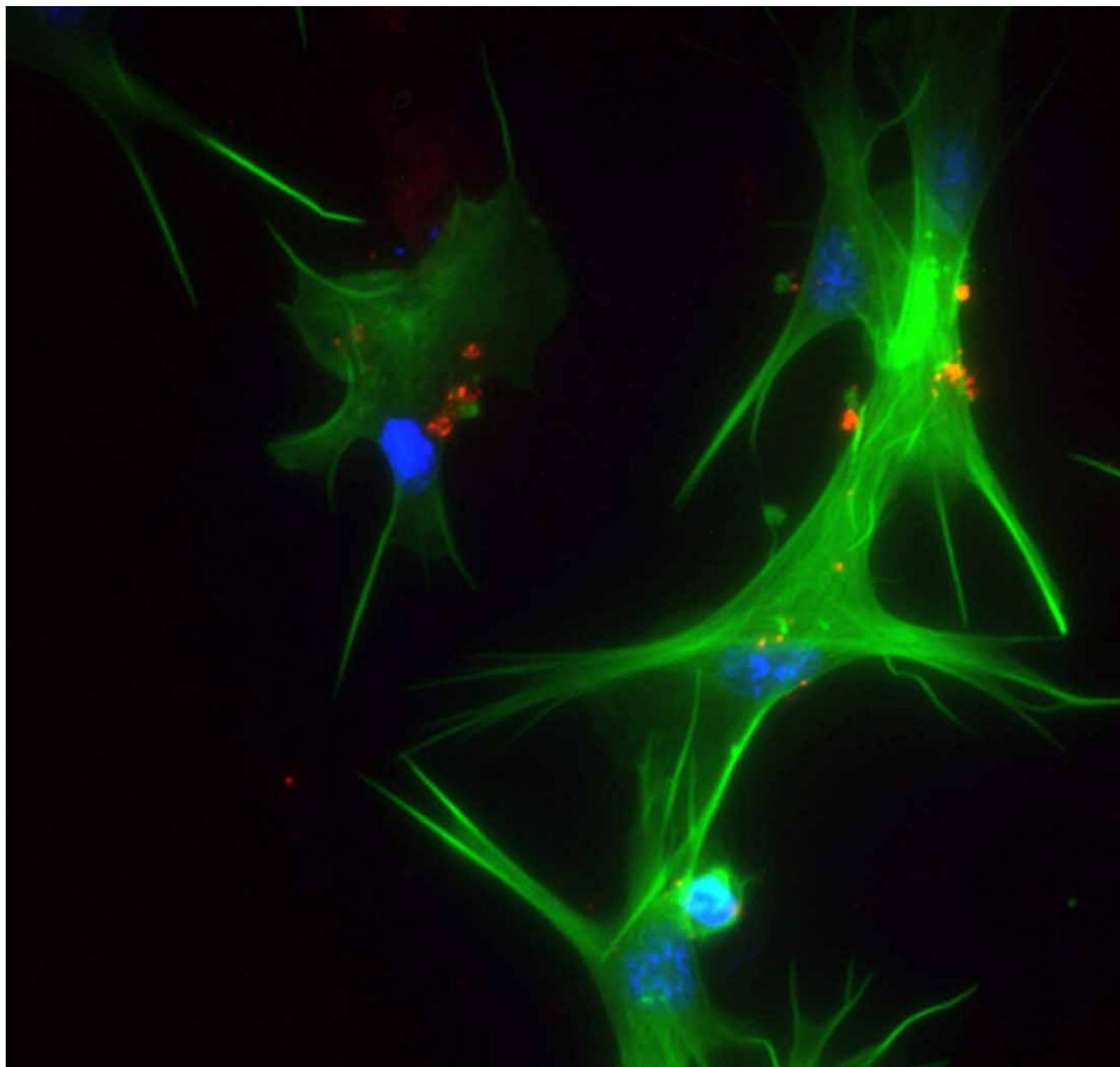
Magazine de l'Université de Perpignan Via Domitia

Décembre 2013



HORS-SÉRIE RECHERCHE N° 2

EDITORIAL



Cellules immunitaires (vert) dont les noyaux sont marqués en bleu, en présence de bactéries (rouge)
 Photo prise en microscopie à fluorescence après différentes techniques de marquage
 Photo réalisée par David DUVAL, 2Ei,
 tirée du corpus des 26 photos de l'exposition UPVD Recherche au Visa Off 2013, nommée pour le prix Arago

Cher lecteur

S'il est vrai que le contexte de ce second semestre 2013 n'a pas été des plus simples pour les universités, s'il est aussi exact que notre communauté a été très investie dans les multiples dossiers d'évaluation ou de contractualisation, à l'évidence à la lecture de ce second Hors Série Recherche du Mag'UPVD nos laboratoires font toujours autant preuve de dynamisme et de créativité.

A nouveau, ce recueil rassemble un corpus composé d'articles vulgarisés centrés sur un sujet emblématique choisi par chacun de nos laboratoires. Il s'agit donc d'un cliché instantané de l'ensemble de notre recherche variant les thèmes au grès des initiatives de chaque discipline.

Dans ce contexte, le lecteur pourra certes apprécier la dimension pluridisciplinaire caractéristique de notre établissement mais plus particulièrement l'importance des grands thèmes fédérateurs et structurants qui garantissent la cohérence scientifique de l'ensemble. En phase avec nos axes stratégiques d'établissement explicités à l'occasion de ce nouveau numéro, de nombreux articles concernent notamment l'environnement et l'interaction de l'homme avec son territoire sous des aspects très divers couvrant le droit, la biologie, la géographie, l'économie, la physique, l'histoire, l'informatique, la sociologie, la chimie, la littérature et la préhistoire.

On pourra observer combien ces travaux de recherche s'attaquent concrètement aux problèmes actuels de la société, nos sociologues traitent de la prostitution frontalière, nos physiciens et économistes s'attellent au développement des énergies renouvelables, nos chimistes et géologues à la pollution des eaux, nos biologistes à l'impact du réchauffement climatique sur les plantes ou aux parasites responsables de fortes mortalités à travers le monde, nos géographes aux problèmes récurrents d'inondation et nos littéraires et historiens à la compréhension de notre humanité.

C'est ainsi sur une note d'optimisme, fort d'une confiance sans faille dans la capacité de la recherche à survivre et à savoir s'adapter aux aléas des réformes et des effets de mode, que je laisse enfin le lecteur découvrir ces sujets et venir par la suite rencontrer nos chercheurs-enseignants et chercheurs.

Bonne lecture

Xavier PY
 Vice Président Recherche UPVD

SOMMAIRE



THÉORIE, SYSTÈMES COMPLEXES, MODÉLISATION

8 - Importance du modèle de l'oscillateur harmonique en physique

10 - Implantation sûre et efficace de protocole cryptographique



ENERGIES RENOUVELABLES, PROCÉDÉS ET MATÉRIAUX ASSOCIÉS

14 - Comprendre les mystères du soleil



«MÉDITERRANÉES» : CULTURES, TERRITOIRES, PATRIMOINES, MARCHÉS

18 - La résilience à l'inondation dans les projets urbains

20 - Constitution d'une banque de données numériques

22 - Le terrain « éprouvé »

24 - L'obligation de non-concurrence, l'autre versant du droit de la concurrence

26 - Le point sur la recherche en langues anciennes à l'UPVD

28 - Autour de la colonne Trajane

30 - Quel est le niveau de dépense en R et D énergétique ?

32 - Entre musique et poésie

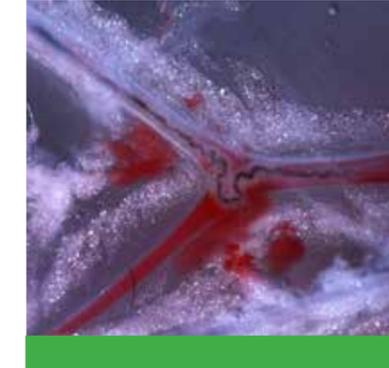
34 - Les Hommes de Néandertal en Languedoc-Roussillon



DYNAMIQUE DES ENVIRONNEMENTS ET DES ANTHROPOSYSTÈMES

38 - Suivi de la biodiversité de post-larves ichtyques en Méditerranée Occidentale

40 - Modélisation des systèmes complexes : une approche innovante



FONCTIONNEMENT DU VIVANT ET ÉCOLOGIE

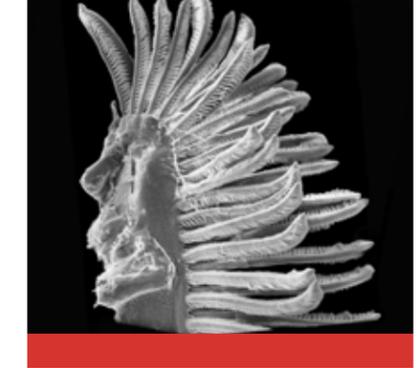
44 - La science du trail

46 - Les peptides naturels : un don de la nature pour les médicaments de demain

48 - Biomphalysine, une toxine anti-parasitaire de mollusque héritée d'une bactérie

50 - Voyage au centre des Génomes

52 - Une station d'Ecologie Expérimentale au CRIOBE pour l'étude des récifs coralliens



LA RECHERCHE À L'UPVD

56 - L'impact socio-économique des recherches de l'UPVD

58 - Les laboratoires



Bénitiers de Fangatau. Les conditions hydrologiques de certains lagons d'atoll des Tuamotu de l'Est (Polynésie française) favorisent le développement spectaculaire des populations de bénitiers (*Tridacna maxima*) avec des taux de couverture exceptionnels et des densités records dépassant parfois la centaine d'individus par mètre carré
Photo réalisée par Yannick CHANCERELLE, CRIOBE,
tirée du corpus des 26 photos de l'exposition UPVD Recherche au Visa Off 2013, nommée pour le prix Arago

THÉORIE, SYSTÈMES COMPLEXES, MODÉLISATION

Cet axe consiste en des travaux expérimentaux et théoriques entrepris principalement en vue d'acquérir de nouvelles connaissances sur les fondements des phénomènes et des faits observables, sans envisager une application ou une utilisation particulière. Basées sur le concept de modèle et de système, les recherches effectuées dans le cadre de cet axe permettent d'analyser des phénomènes réels et de prévoir des résultats à partir de l'application d'une ou plusieurs théories à un niveau d'approximation donné. Par ailleurs, elles contribuent à la construction des différents systèmes d'information. Ces recherches relèvent des mathématiques appliquées, de l'informatique, de la physique et de la chimie théorique. La frontière entre cet axe et les autres axes de recherche de l'UPVD est assez indéfinissable car, bien souvent, des travaux dans le cadre d'une application ont des implications théoriques et, réciproquement, des travaux théoriques mènent à des applications industrielles.

Importance du modèle de
l'oscillateur harmonique
en physique - 8

Implantation sûre et efficace de
protocole cryptographique - 10

Importance du modèle de l'oscillateur harmonique en physique

LAMPS

Paul BLAISE
Professeur UPVD

Adina VELCESCU

Contacts :
blaise@univ-perp.fr
adina@univ-perp.fr

Financement : UPVD

© Photo : LAMPS



Utilisation de la base des états propres de l'oscillateur harmonique pour le calcul de l'énergie de vibration de systèmes complexes

Si il est un outil universellement employé, c'est le modèle de l'oscillateur harmonique. Plus spécialement celui de l'oscillateur harmonique quantique qui a trouvé sa place dans la description de nombreux domaines de la physique et notamment dans l'étude des vibrations moléculaires (modes normaux) ou bien en physique de l'état solide (phonons), ou bien dans le domaine de la théorie quantique de la lumière (photons).

Malgré sa grande simplicité, il permet la description de phénomènes physiques complexes. Dans un récent ouvrage* intitulé «Quantum oscillators» nous avons montré l'implication des propriétés quantiques des oscillateurs (domaine stationnaire, dynamique réversible, équilibre thermal statistique, irréversibilité).

Un oscillateur harmonique est un système vibrant à la manière d'un ressort. Tout le monde connaît le système constitué d'une masse reliée à un point par un ressort de raideur k_e . La similitude entre ce système vibrant et une molécule diatomique est évidente:

les noyaux des atomes séparés d'une distance R vont vibrer autour d'une position d'équilibre R_e .

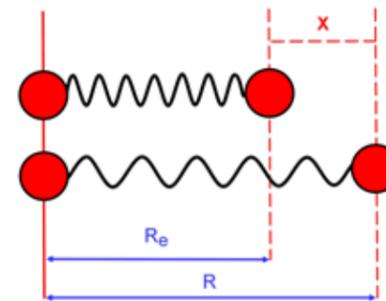
Si x représente l'écart par rapport à la position d'équilibre R_e et si x n'est pas trop grand, l'énergie potentielle du système peut être décrite comme un potentiel harmonique $E(R) = k_e(R - R_e)^2/2$.

Dans la réalité, les mouvements de vibration font intervenir des déplacements d'atomes qui sont de l'ordre de grandeur de leur longueur d'onde de de Broglie c'est-à-dire de l'ordre du nanomètre. Cela signifie que l'énergie de vibration sera quantifiée. On parle alors d'oscillateur harmonique quantique.

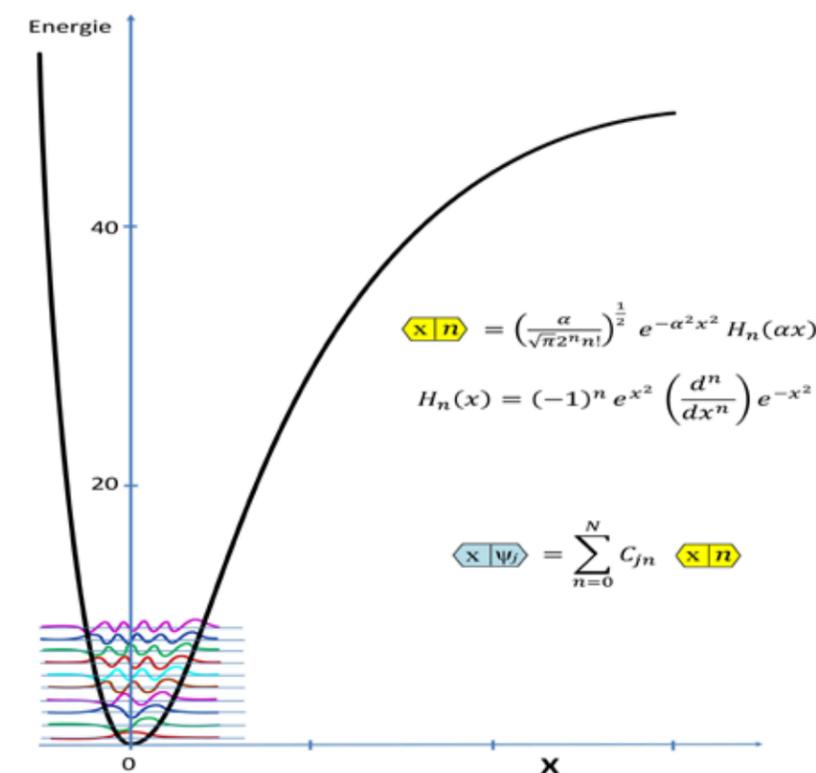
Si on considère un oscillateur harmonique dans une approche indépendante du temps, l'énergie de vibration est alors obtenue par la résolution de l'équation de Schrödinger $H\psi = E\psi$ dans la représentation en position, où H est l'opérateur hamiltonien tandis que les fonctions d'onde ψ et les énergies E sont les solutions de cette

équation. On parle alors de « fonctions propres » et de « valeurs propres » du hamiltonien. A une valeur propre donnée correspond une fonction propre. Rappelons qu'un opérateur est une suite d'opérations à effectuer sur une fonction. Si la fonction d'onde est une fonction propre alors l'action de l'opérateur génère une grandeur scalaire indépendante des coordonnées d'espace, multipliée par la fonction propre. C'est le cas idéal d'une résolution exacte de l'équation de Schrödinger.

Mais quand les distances séparant les noyaux deviennent importantes au cours des mouvements de vibration de grande ampleur de la molécule, la liaison se déforme alors au fur et à mesure qu'elle s'étire. Il faut alors tenir compte de l'anharmonicité de la liaison chimique qui fait intervenir des potentiels autres que quadratiques amenant un traitement plus complexe. On utilise alors le formalisme de Dirac, où les états sont analogues à des vecteurs. Ainsi à un état donné appelé **ket** correspond une fonction d'onde une fois la projection réalisée de ce ket dans l'espace des positions. L'ensemble des kets, qui sont orthogonaux entre eux, définit une **base**.



On peut alors utiliser les opérateurs de création a^+ et d'annihilation a qui vont agir sur les kets de H selon une algèbre bien définie. On obtient



Comportement anharmonique de la liaison chimique ; niveaux d'énergie et fonctions d'onde vibrationnelles $\langle x | \psi \rangle$ définies comme des combinaisons linéaires des fonctions d'onde $\langle x | n \rangle$ de l'oscillateur harmonique quantique

ainsi dans le cas de l'oscillateur harmonique une expression très simple pour le hamiltonien.

On peut alors exprimer les états d'un système en réalisant une combinaison linéaire des kets de l'oscillateur harmonique. Le calcul de l'énergie quantique de vibration du système complexe étudié ainsi, se ramène à des calculs sur ces kets. Le nombre de kets dans la base est infini, mais heureusement il n'est pas nécessaire d'utiliser tous ces états (base « tronquée »).

La matrice hamiltonienne dans la base des états de l'oscillateur harmonique ainsi obtenue est diagonalisée. On obtient les énergies E_n et les vecteurs propres du système perturbé.

Cette procédure peut être étendue à de nombreux problèmes mettant en jeu des potentiels plus complexes tels que par exemple les potentiels à double minimum** qui sont souvent utilisés pour modéliser de nombreux phénomènes en physique et chimie.

Publications :

O. HENRI-ROUSSEAU and P. BLAISE, Quantum Oscillators ,Ed. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken New Jersey, 2011

P. BLAISE, Y. P. KALMYKOV and A. A. VELCESCU, Extended diffusion in a double well potential: Transition from classical to quantum regime. J. Chem. Phys. 137, 094105 (2012); doi: 10.1063/1.4748145

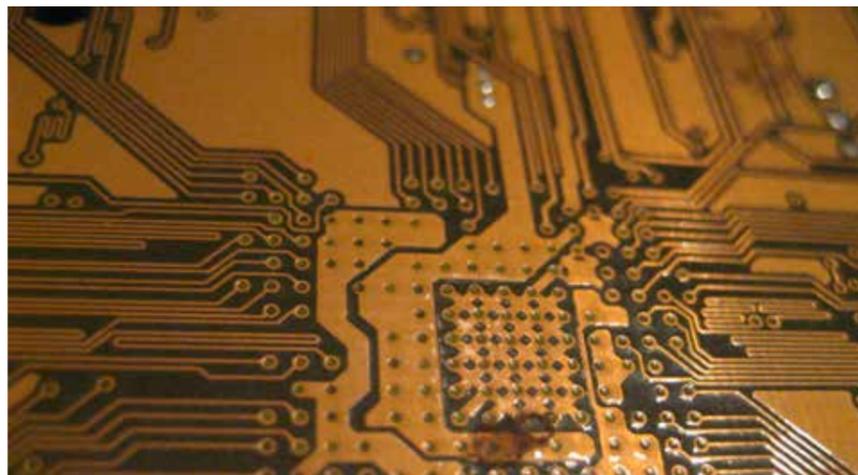
Implantation sûre et efficace de protocole cryptographique

DALI LIRMM

Christophe NEGRE
Maître de Conférences UPVD

Jean-Marc ROBERT
Doctorant UPVD

Contacts :
christophe.negre@univ-perp.fr
jean-marc.robert@univ-perp.fr



Nous présentons dans cet article les protocoles cryptographiques modernes apparus à partir des années 1970. Nous parlons ensuite des problèmes liés à l'efficacité et la sécurité de leurs implantations sur des plateformes mobiles de type carte à puce, axe de recherche sur lequel travaille une partie de l'équipe DALI de l'UPVD.

Chiffrement et gestion des clefs

La cryptographie est un terme générique désignant l'ensemble des techniques permettant de chiffrer des messages, c'est-à-dire permettant de les rendre intelligibles sans la connaissance d'un secret permettant l'accès aux contenus clairs des messages. Jusqu'au milieu du 20^{ème} siècle, le problème de l'envoi de message confidentiel ne concernait que les états et les institutions militaires. Les techniques de chiffrement utilisées s'appuyaient alors sur une clef secrète partagée à la fois par l'expéditeur et le destinataire et qui permettait de chiffrer et de déchiffrer les messages envoyés. Cette technique nécessite que l'expéditeur

et le destinataire se soient échangé au préalable une clef secrète ce qui nécessite qu'ils se rencontrent physiquement.

La seconde moitié du 20^{ème} siècle est marquée par la démocratisation de l'utilisation des moyens de télécommunication modernes comme le téléphone ou l'Internet. Le besoin de communication sécurisée à grande échelle pose le problème logistique de la distribution des clefs. Jusqu'aux années 1970 des entreprises spécialisées étaient chargées d'acheminer de façon sûre à travers le monde des clefs stockées sur des bandes magnétiques. L'accès à des moyens de communication sécurisés étaient donc coûteux et assez lourds : seules de grandes entreprises pouvaient se payer de tels services.

Les solutions apportées par la cryptographie moderne

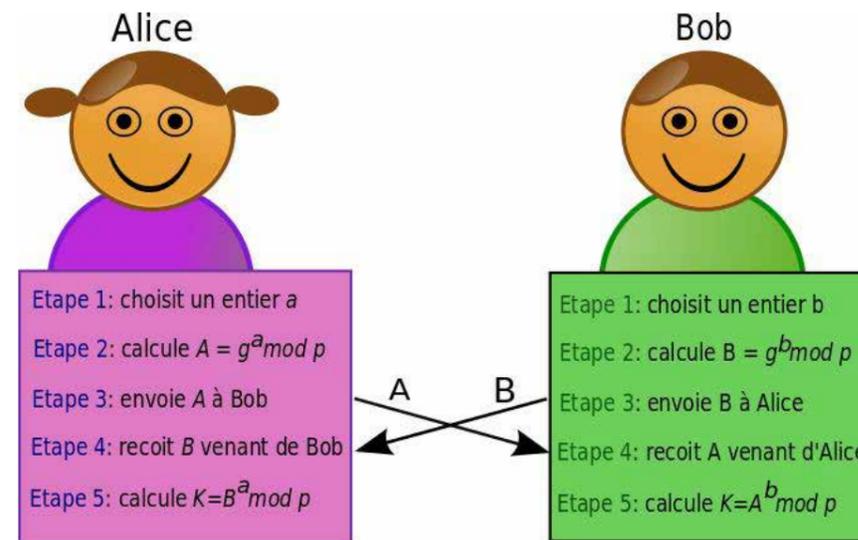
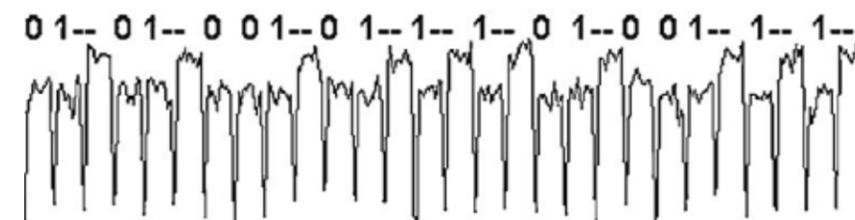
C'est dans ce contexte que Whitfield Diffie et Martin Hellman de l'Université de Stanford aux Etats-Unis ont imaginé un mécanisme d'échange de clef distant : le protocole de Diffie-

Hellman. Considérons deux personnes Alice et Bob pouvant communiquer sur un canal non-sûr (i.e., pouvant être écouté par des oreilles malveillantes). Ceux-ci s'échangent un secret commun $K=g^{(a*b)} \text{ mod } p$ qui n'est connu que d'eux car seule la connaissance de a ou b permet de calculer K . Ce mécanisme est décrit dans la figure ci-après.

L'idée de Diffie et Hellman révolutionna la cryptographie amenant un grand nombre de nouveaux protocoles : signature électronique, authentification distante, etc, ceux-ci pouvant être mis en oeuvre dorénavant sans échange préalable de clefs secrètes. L'une des opérations effectuées dans tous ces protocoles est l'exponentiation modulaire $g^k \text{ mod } p$ comme dans le cas de l'échange de clef de Diffie-Hellman. Cette opération est effectuée pour des raisons de rapidité en parcourant la représentation binaire de l'entier k et en reconstituant bit à bit k dans l'exposant via une séquence de carrés et de multiplications. Par exemple si $k=13=2^3+2^2+1=[1,1,0,1]_2$ on calcule la séquence:

$$\begin{aligned} h &\leftarrow g \\ h &\leftarrow h^2 * g \quad (=g^3) \\ h &\leftarrow h^2 \quad (=g^6) \\ h &\leftarrow h^2 * g \quad (=g^{13}) \end{aligned}$$

En pratique la séquence d'opérations est relativement longue: de quelques centaines à quelques milliers d'itérations et les entiers manipulés peuvent atteindre des valeurs de l'ordre de $10^{(100)}$ à $10^{(600)}$. Un travail d'op-



La clef commune est $K=g^{ab} \text{ mod } p$

timisation est donc nécessaire afin de rendre cette séquence de calculs la plus rapide possible. C'est l'une des problématiques traitées par une partie de l'équipe DALI.

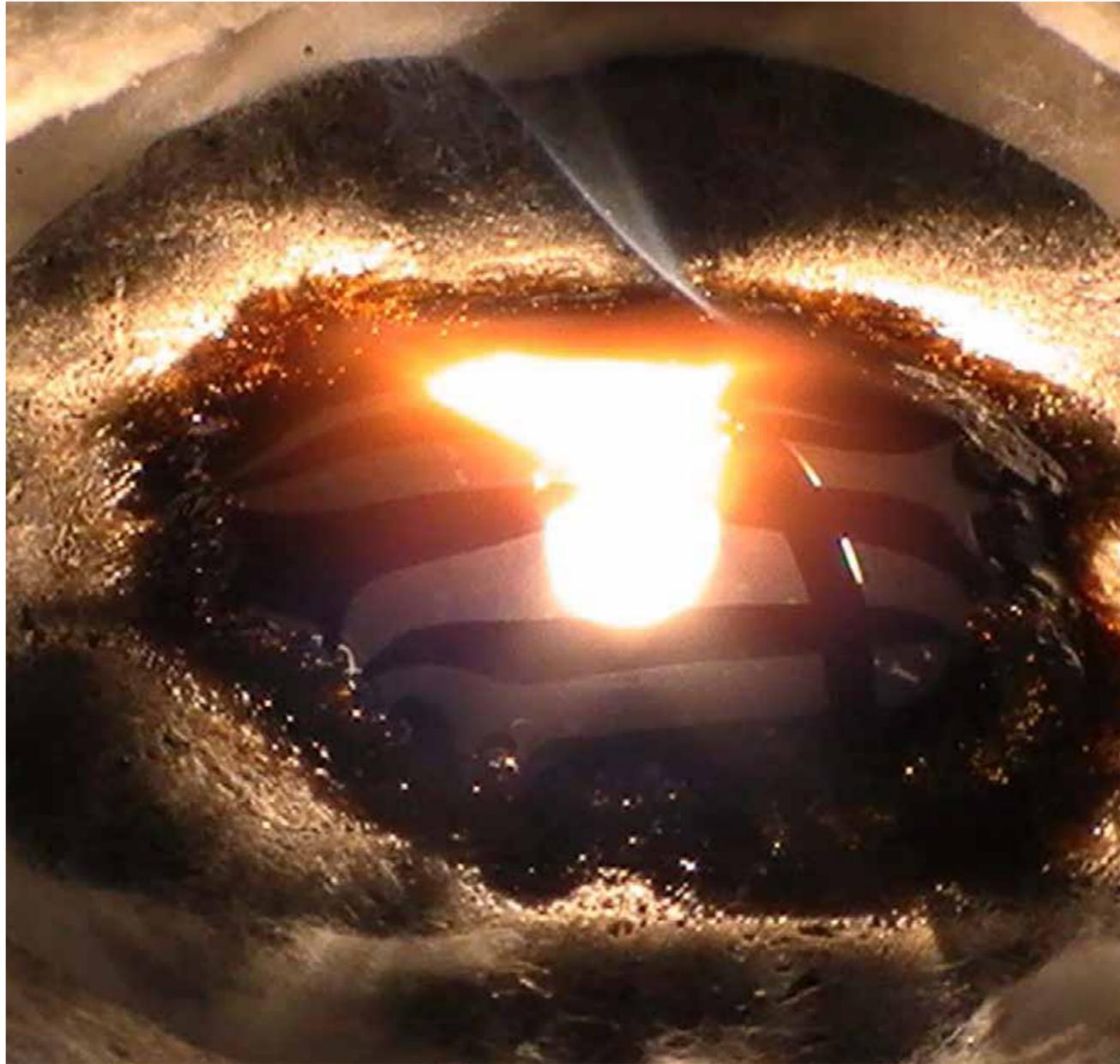
Par ailleurs ces opérations sensibles sont faites sur des plateformes de types assez variés : ordinateur personnel ou cartes à puce (cartes bancaires ou cartes SIM des téléphones portables). Les implantations sur cartes à puce sont particulièrement sensibles car elles peuvent laisser fuir de l'information via un rayonnement électromagnétique ou via la consommation de courant. La figure ci-dessous illustre cette problématique, c'est une trace du courant consommé par une carte à puce lors d'une exponentiation modulaire via une séquence de multiplications et d'élévations aux carrés.

On arrive à lire la séquence de bit composant l'exposant secret sur la trace de consommation : une multiplication consomme plus d'énergie qu'une élévation au carré, on voit clairement la suite des opérations effectuées. Ceci dévoile la valeurs des bits de k : lorsqu'il y a une multiplication entre deux élévations au carré le bit est à 1 et lorsqu'il y a deux carrés consécutifs le bit est à 0.

Cet exemple montre un second enjeu de l'implantation de protocole cryptographique : celle-ci ne doit faire fuir aucune information sur la clef. Cette problématique est le coeur d'un projet ANR PAVOIS 12 BS02 002 02 démarré fin 2012 qui fait intervenir l'équipe DALI, le LIRMM et le laboratoire IRISA de l'Université de Rennes.

Références :

[1] Simon Singh. Histoire des codes secrets. De l'Égypte des Pharaons à l'ordinateur quantique, Lattès Paris, 1999. Livre de Poche 2001.
[2] Whitfield Diffie et Martin Hellman. New directions in cryptography. IEEE Trans. On Information Theory : 22(6), p. 644-54.
[3] Paul Kocher, Joshua Jaffe et Benjamin Jun. Differential Power Analysis. CRYPTO 1999: 388-397.



Elaboration de céramiques de stockage d'énergie à partir de déchets industriels par fusion solaire (1400° C) au grand four d'Odeillo
Photo réalisée par Antoine MEFFRE et Guilhem DEJEAN, PROMES,
tirée du corpus des 26 photos de l'exposition UPVD Recherche au Visa Off 2013, nommée pour le prix Arago

ENERGIES RENOUVELABLES, PROCÉDÉS ET MATÉRIAUX ASSOCIÉS

Cet axe regroupe les activités des équipes et laboratoires impliqués dans ce domaine à l'UPVD. Il s'agit autant de laboratoires spécialisés dans le solaire que de disciplines variées apportant leurs compétences à ce domaine applicatif. Naturellement évolutif car tourné de façon générale vers toutes les sources d'énergie, cet axe est aujourd'hui plus particulièrement centré vers des actions concernant l'énergie solaire (solaire thermique haute et basse températures, photovoltaïque) du fait de la présence d'installations solaires renommées (grand four solaire d'Odeillo, centrale pilote Themis). Loin de se limiter à la seule production d'énergie, ces travaux concernent aussi l'intégration, la dynamique et le contrôle des systèmes énergétiques, le stockage de l'énergie, l'élaboration de matériaux à propriétés contrôlées pour la conversion d'énergie, le comportement de ces matériaux sous fortes contraintes et la chimie solaire.

Comprendre les mystères du soleil - 14

Comprendre les mystères du soleil

PROMES

Marianne BALAT-PICHELIN
Directrice de Recherche CNRS

Contact :
marianne.balat@promes.cnrs.fr

Financements : CNES, Smithsonian
Astrophysical Observatory Harvard
University

© photos : CNRS, NASA



Sonde Solar Probe Plus à l'approche du soleil

La mission Solar Probe Plus de la NASA, une mission unique dans un environnement extrême jamais exploré.

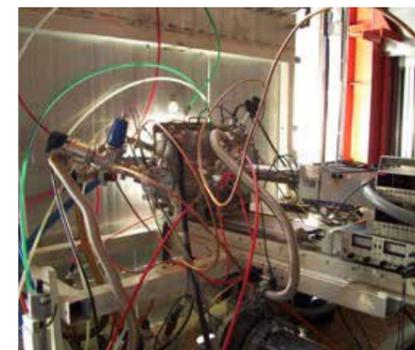
Une mission ambitieuse telle que la mission *Solar Probe Plus* (NASA) permettra de répondre à deux questions fondamentales de la physique solaire : pourquoi la couronne solaire est-elle à une température bien supérieure à celle du soleil et comment sont accélérés les vents solaires, vents solaires dont la manifestation sur Terre est à l'origine des aurores boréales et australes et aussi de perturbations électromagnétiques ?

Entre 2005 et 2008, la NASA a réuni une équipe internationale de 15 scientifiques (Science and Technology Definition Team, STDT) dont nous avons été membres, pour redéfinir les objectifs de la mission *Solar Probe* et déterminer quels étaient les éléments nécessaires à la conception et au fonctionnement de la sonde (instrumentation, matériaux). A la suite de cette étude, les objectifs scientifiques sont restés inchangés mais la trajectoire et le design de la sonde ont été modifiés dans le cadre du nouveau projet *Solar*

Probe Plus, finalement sélectionné en septembre 2010. L'instrumentation a été adaptée et les mesures in-situ ont été privilégiées afin de répondre aux interrogations concernant l'origine du chauffage de la couronne solaire et l'accélération des vents solaires. Pour des raisons pratiques, la géométrie du bouclier thermique a également été revue. En effet, il n'est plus de forme conique mais plan, facilitant ainsi sa conception et sa fabrication compte tenu des procédés d'élaboration industriels actuels. Une autre modification importante est celle de l'orbite de la sonde. Jusqu'à présent une orbite polaire avec un périhélie de 4 Rs (Rs = rayon solaire - pour mémoire, la distance entre le soleil et la Terre est de 215 Rs) était envisagée et la mise en orbite devait se faire avec l'assistance gravitationnelle de Jupiter. Dans le cadre de la nouvelle mission *Solar Probe Plus*, le périhélie est de 9,5 Rs, l'orbite passe quasiment dans le plan de l'écliptique solaire et l'assistance gravitationnelle provient de Vénus. Toutes ces modifications orbitales ont une incidence sur la durée de la mission, les périodes de mesure et permettent également d'accroître les chances

de succès de la mission compte tenu des conditions environnementales moins extrêmes dans lesquelles évoluera la sonde. Ainsi, alors que la mission *Solar Probe* devait durer 9 ans et être ponctuée par seulement deux passages à 4 Rs avec un temps passé à une distance inférieure à 20 Rs d'environ 96 heures, la mission *Solar Probe Plus* ne durera que 7 ans, avec certes un périhélie à 9,5 Rs plus éloigné mais avec un total de 24 passages au plus près du Soleil, dont trois au périhélie et un total de 961 heures passées à une distance inférieure à 20 Rs. Cette dernière solution permettra ainsi d'observer et d'analyser la couronne et les vents solaires lors des différentes phases du cycle solaire, les cycles du soleil durant en moyenne 11 ans. Le lancement est prévu au cours de l'été 2018.

Parallèlement, au niveau européen, une mission de sonde solaire est également envisagée et a été proposée à l'ESA (European Space Agency) dans le cadre du programme Cosmic Vision 2015-2025. La mission PHOIBOS (Probing Heliospheric Origins with an Inner Boundary Observing Spacecraft) reprend les mêmes objectifs scientifiques que la mission *Solar Probe* mais



MEDIASE au grand four solaire d'Odeillo

propose, à l'aide d'une sonde et d'une orbite différentes, une solution alternative d'y répondre. Le périhélie est fixé à 4 Rs, comme initialement prévu dans la mission *Solar Probe* et l'inclinaison par rapport au plan de l'écliptique est

de 60°. La mission durera 12 ans, durant lesquels la sonde réalisera deux passages au périhélie, totalisant près de 20 heures de mesures à une dis-

Pourquoi la couronne solaire est-elle à une température bien supérieure à celle du soleil et comment sont accélérés les vents solaires, vents solaires dont la manifestation sur Terre est à l'origine des aurores boréales et australes et aussi de perturbations électromagnétiques ?

tance inférieure à 10 Rs et passant près de 10 jours à analyser une zone encore jamais explorée comprise entre 4 et 65 Rs. Cette mission est actuellement au stade des études de faisabilité.

Afin d'étudier le comportement des matériaux destinés aux instruments et aux boucliers thermiques de telles sondes, le moyen d'essai MEDIASE (Moyen d'Essai et de Diagnostic en Ambiance Spatiale Extrême) a été développé au laboratoire PROMES-CNRS en collaboration avec le CNES. Ce dispositif couplant une enceinte sous vide secondaire, différents moyens de diagnostics (pyroréflexométrie, radiométrie, spectrométrie de masse, microbalance à quartz...) et des sources ionique et VUV (Vacuum Ultra-Violet) de forte puissance recrée l'environnement extrême près du soleil. Ainsi, les matériaux peuvent être portés à des températures supérieures à 2500 °C, simultanément soumis à un bombardement de protons et au rayonnement ultra-violet, dans des conditions très proches de celles qu'ils rencontreront lors de l'approche du soleil. Ce moyen d'essai unique au monde nous a valu la reconnaissance de la NASA et la collaboration actuelle que nous avons avec les Universités d'Harvard et de Berkeley (USA). Nous étudions donc d'une part, les matériaux destinés au bouclier thermique et d'autre part, ceux destinés aux instruments SWEAP et FIELDS pour lesquels un accord de collaboration a été signé le 10 juin 2013 entre la NASA et le CNES, notre laboratoire, le Smithsonian Astrophy-

sical Observatory de l'Université d'Harvard et le Space Sciences Laboratory de l'Université de Berkeley. Les travaux de recherches menés comportent de la

modélisation de l'interaction ion-matière, des calculs thermodynamiques



Grand four solaire d'Odeillo

et des expérimentations sur des matériaux. Après l'étude du comportement physico-chimique des matériaux, des caractérisations micro-structurales par différentes techniques sont effectuées ainsi que la mesure des propriétés thermo-radiatives dont le rapport absorptivité solaire/émissivité totale hémisphérique conditionne l'équilibre thermique du bouclier de la sonde.

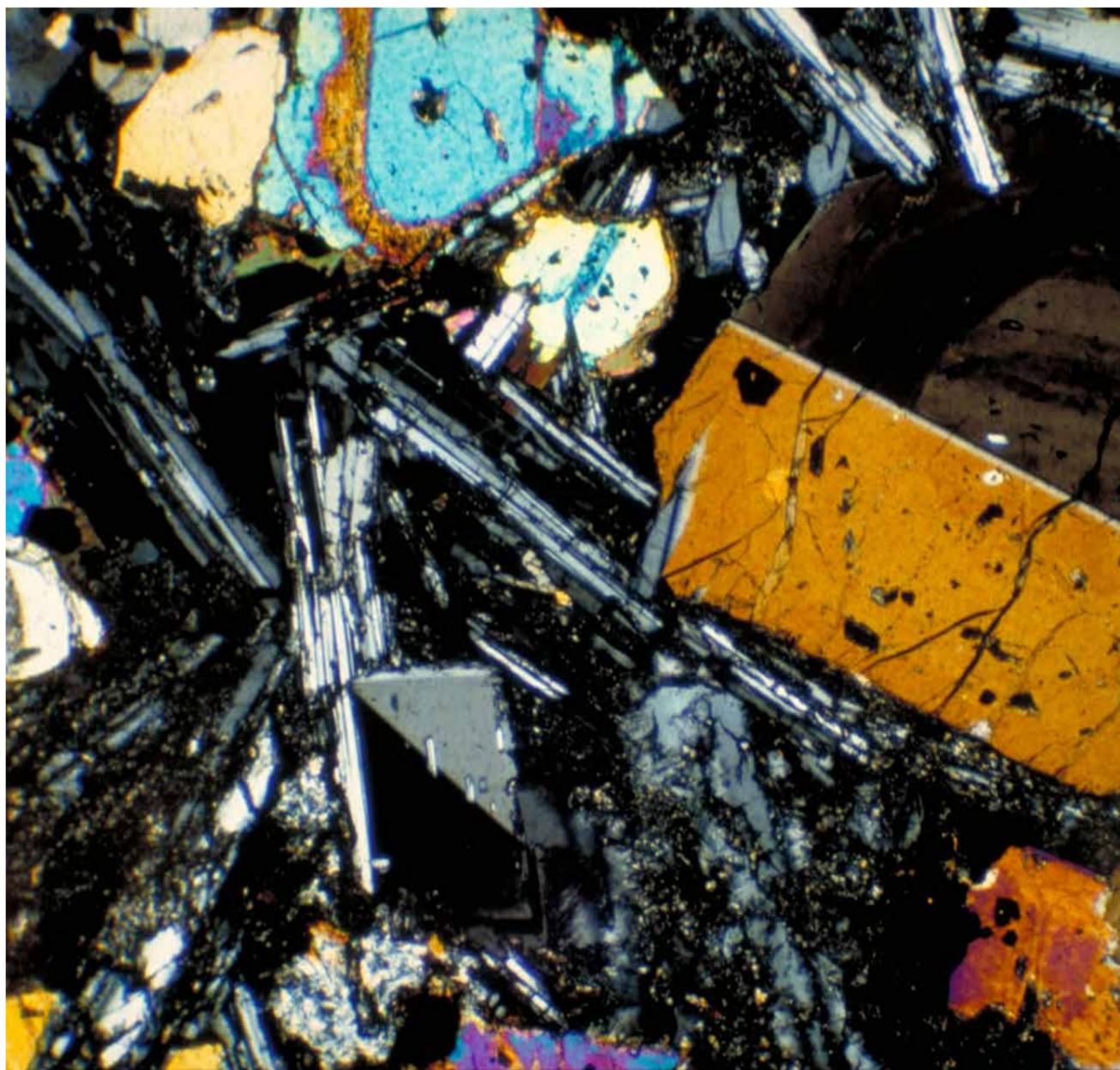
Publications :

ECK J., BALAT-PICHELIN M., Study of carbon erosion under ion bombardment at high temperature: Application to the thermal protection system of Solar Probe Plus, *Vacuum*, 85 (3), 2010, 380-389.

ECK J., SANS J.L., BALAT-PICHELIN M., Experimental study of carbon materials behavior under high temperature and VUV radiation: application to Solar Probe+ heat shield, *Applied Surface Science*, 257 (8), 2011, 3196-3204.

BALAT-PICHELIN M., ECK J., SANS J.L., Thermal radiative properties of carbon materials under high temperature and vacuum ultra-violet (VUV) radiation for the heat shield of the Solar Probe Plus mission, *Applied Surface Science*, 258, 2012, 2829-2835.

ECK J., BALAT-PICHELIN M., *Vacuum*, 85 (3), 2010, 380-389.



Pyroxène

Lame mince de roche prise au microscope polarisant, largeur du cliché : 5 mm

Photo réalisée par Christian PERRENOUD, EPCC,

tirée du corpus des 26 photos de l'exposition UPVD Recherche au Visa Off 2013, nommée pour le prix Arago

MÉDITERRANÉES : CULTURES, TERRITOIRES, PATRIMOINES, MARCHÉS

Cet axe analyse les interactions complexes entre les sociétés, les cultures et leur territoire. Dans un champ géographique dont le coeur est l'espace Pyrénées-Méditerranée, les travaux se réalisent à travers des échelles emboîtées allant du local à l'international. Ils s'appuient sur les disciplines de sciences humaines et sociales au sein desquelles les questions des relations hommes environnement, la place des acteurs, des langues, la construction des normes et des usages juridiques, linguistiques et économiques et notamment des marchés, sont au coeur des préoccupations. La démarche se fonde sur la création de connaissance par recherche fondamentale et académique pour la mettre au service du territoire dans ses applications les plus pratiques et dans sa diffusion aux plus larges publics.

La résilience à l'inondation dans les projets urbains - 18

Constitution d'une banque de données numériques - 20

Le terrain « éprouvé » - 22

L'obligation de non-concurrence, l'autre versant du droit de la concurrence - 24

Le point sur la recherche en langues anciennes à l'UPVD - 26

Autour de la colonne Trajane - 28

Quel est le niveau de dépense en R et D énergétique ? - 30

Entre musique et poésie - 32

Les Hommes de Néandertal en Languedoc-Roussillon - 34

La résilience à l'inondation dans les projets urbains

ART-Dev

Sylvain RODE
Maître de Conférences UPVD

Contact :
sylvain.ode@univ-perp.fr

Financement : Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie (MEDDE)

Période : novembre 2013-novembre 2015



Un projet de recherche visant à analyser les éléments de succès ou de blocage dans la prise en compte de l'inondation dans l'aménagement des espaces urbains.

S'inscrivant dans le cadre du programme « Risques, décisions, territoires » du Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie (et plus particulièrement de l'appel à propositions de recherche 2013 intitulé « La résilience des territoires face aux risques dans un contexte de nouvelles approches de gestion et de risques émergents »), le **PRogramme d'Études sur la Contrainte d'Inondation dans les projets urbains en Espaces Inondables** (*Précieu*) étudie la prise en compte du risque d'inondation dans le projet urbain, les politiques d'aménagement des agglomérations urbaines qui choisissent de développer des projets urbains dans des zones inondables.

La priorité longtemps donnée à la protection technique contre les aléas fait peu à peu place à l'acceptation de la fragilité des sociétés et des territoires face aux risques naturels. La vulnérabilité des agglomérations à des événements imprévisibles ou peu maîtrisables

est aujourd'hui reconnue : elles ne sont plus des remparts invincibles contre les fléaux mais sont fragiles, intrinsèquement. Dans ce contexte, la question de recherche de *Précieu* est de savoir si la résilience urbaine (définie comme l'aptitude d'une société et d'un territoire urbains à être réactifs et à se maintenir lors d'une crise) est un argument (professionnel, technique ou institutionnel) pour le développement urbain en zone inondable.

Il semble improbable de stopper le développement des agglomérations urbaines situées en zone inondable. Ni la multiplication des Plans de Prévention des Risques d'Inondation (PPRI, qui ont pour objectif de mieux contrôler l'usage des sols et donc l'urbanisation en zone inondable) du milieu des années 1990 jusqu'à aujourd'hui, ni l'essor des politiques de développement durable n'ont remis en question les velléités de développement urbain dans les zones inondables. Le concept de résilience permet-il d'habiter les territoires à risques en repensant l'articulation entre développement urbain et prévention du risque d'inondation,

entre projet urbain et inondabilité ?

Dans une telle perspective, l'objectif de *Précieu* est ainsi :

- d'analyser la résilience urbaine « à l'épreuve des faits », c'est-à-dire de comprendre comment s'élabore une

Au regard du caractère très récent de la notion de résilience urbaine, il s'agit de voir comment la décision de continuer le développement urbain en zone inondable se met en œuvre, s'opérationnalise, se matérialise et se justifie.

urbanisation au plus près du risque d'inondation, pensée à l'échelle du projet urbain, ce que réclament beaucoup d'élus qui, en mettant l'accent sur la résilience urbaine, espèrent ainsi pouvoir à nouveau construire dans les zones inondables :

- de repérer les étapes du projet urbain où l'inondation disparaît et expliquer les raisons du renoncement,
- d'analyser ce que change la contrainte

de résilience urbaine, il s'agit de voir comment la décision de continuer le développement urbain en zone inondable se met en œuvre, s'opérationnalise, se matérialise et se justifie. Ainsi, *Précieu* se demande comment la rési-

lience se décline en tant qu'argument pour réaliser un projet urbain en zone inondable.

Le projet urbain constitue ici le fil conducteur pour comprendre les discordances métiers, les controverses techniques et les conflits institutionnels. Il ne s'agit pas tant d'apprendre sur le projet urbain que de s'en servir comme d'un nouvel instrument de politique urbaine. Il constitue alors un



Le Havre : les docks Vauban en travaux

d'inondation aux formes urbaines, paysagères et architecturales.

La notion de résilience pourrait fonctionner comme un concept moteur pour penser de nouvelles modalités d'articulation entre développement urbain et prévention des risques. Au regard du caractère très récent de la

prisme de lecture des évolutions dans les pratiques de planification et d'urbanisme. En retraçant la genèse de projets urbains en zone inondable il devient possible d'analyser les éléments de succès ou de blocage dans la prise

en compte de l'inondation dans l'aménagement des espaces urbains. *Précieu* s'attache donc à comprendre les approches émergentes d'intégration de la résilience urbaine dans les projets urbains, ces derniers étant pensés comme des lecteurs des processus de gestion de la multi-expertise, du multi-niveau d'action et du multi-intérêt institutionnel. En théorie, le projet urbain se définit par sa capacité à intégrer des acteurs multiples, des outils diversifiés et des intérêts parfois divergents. Ainsi, il est un processus capable d'intégrer l'incertitude. Dans ce cadre, le projet urbain devrait être le lieu « idéal » de la prise en compte de l'inondation dans le développement urbain. Qu'en est-il réellement ?

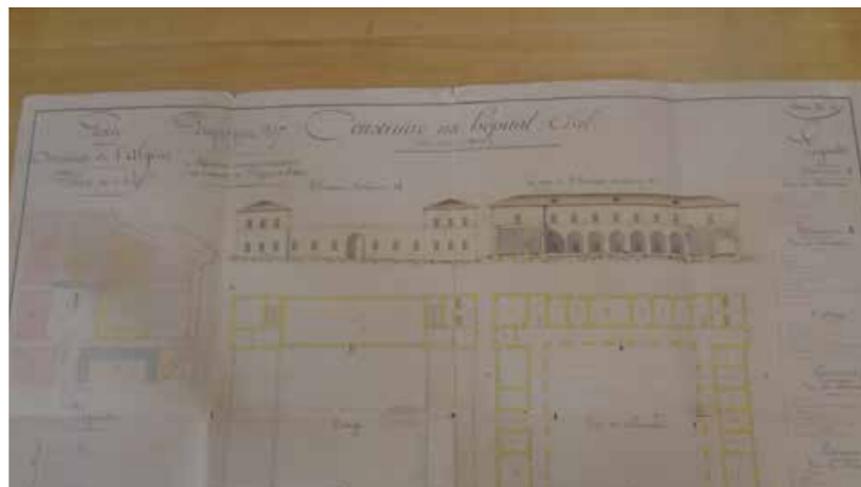
Les cas d'études de ce projet de recherche portent sur des projets urbains récents en zone inondable développés dans trois villes intermédiaires françaises : le projet d'écoquartier *Les Berges de la Robine* à Narbonne, le projet de renouvellement des Docks Vauban/quartier Saint-Nicolas au Havre et le quartier Saint-Serge/Rives de Maine à Angers. Par l'intermédiaire de ces projets, les trois villes souhaitent retrouver et valoriser les territoires riverains des cours d'eau afin de les intégrer pleinement à la ville et à son fonctionnement. Mais un tel processus de valorisation ne peut désormais s'effectuer sans réflexion sur la prise en compte de l'inondabilité. Les trois cas d'étude ne font pas l'objet d'une comparaison point par point par l'établissement de critères pré-établis quantitativement. Ils permettent d'identifier -par éclairage différencié- des similitudes et des différences concernant les modalités d'intégration des contraintes d'inondation dans le projet urbain. L'usage de la comparaison fait surgir un caractère inhabituel, mais aussi permet de conforter une hypothèse lorsqu'elle se confirme dans des configurations territoriales différentes.

Constitution d'une banque de données numériques

CFDCM IFRAMOND

Caroline PERCHE
Maître de Conférences HDR UPVD

Contact :
caroline.perche@univ-perp.fr



Un outil d'analyse des politiques de santé dans l'Algérie coloniale

Intérêt scientifique et axes de réflexion

Les problématiques de santé intéressent des sources nombreuses et diverses : celles des institutions qui ont une destination de santé, les registres, livres ou rapports des métiers consacrés aux soins et ceux des autorités et des administrations, initiatrices ou exécutrices de politiques de santé et sanitaire. Elles s'ouvrent sur la sociologie historique : les hommes, bénéficiaires ou acteurs, leurs liens, un /ou des modèles de vie collective. Ces sources expriment les maux jugés prioritaires à combattre et la multiplicité des objectifs à atteindre : objectifs sanitaires, populationnistes, d'adhésion politique, d'ordre public, économique et religieux et de cohésion sociale. Au XIX^e siècle, elles enregistrent les innovations scientifiques et organisationnelles qui se conjuguent aux réminiscences de pratiques traditionnelles ancestrales et dont on ne s'échappe peu à peu que par une construction empirique d'actions nouvelles. C'est donc une période charnière en matière d'action sociale.

Or, la traduction de cette « frontière temporelle » entre continuité et rupture est prégnante dans l'Algérie coloniale. En matière de santé et sanitaire, le contexte spécifique de la conquête exacerbe les marques de la transition parce que la persistance des pratiques traditionnelles est nécessairement double entre conquérant et conquis, ce qui multiplie les confrontations et les interrogations... La violence du conflit et l'implantation d'une population de colons amplifient les souffrances physiques et font découvrir de nouveaux maux auxquels il est impératif de répondre : des colons, voire des indigènes malades, ne peuvent participer à l'édification et à l'enrichissement colonial. Enfin, quel « magnifique terrain de construction » pour la métropole que cet espace vierge d'institutions et de métiers français.

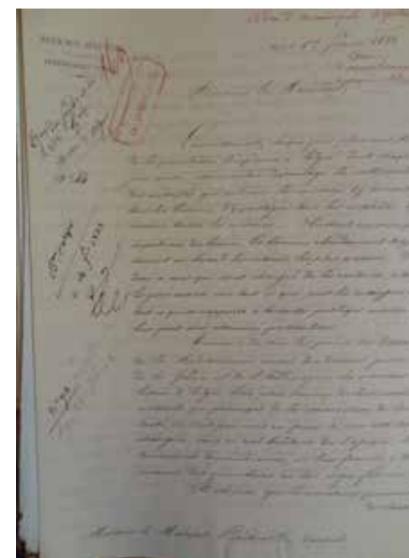
Terrain et méthode d'investigation

Les Archives d'Outre-Mer d'Aix-en-Provence (ANOM) révèlent combien, pendant les cinquante premières années de présence française,

l'Algérie voit proliférer de manière ininterrompue des bâtiments et des acteurs de soins, des réflexions, des commissions, des réflexions menées sur les maladies, des mesures sanitaires... On importe massivement des modèles de France que l'on adapte au sol et aux hommes et on imagine aussi des choses nouvelles.

L'inventaire général permet de découvrir, par thèmes clés (sanitaire, social, santé, assistance), que les deux principaux fonds d'archives des ANOM comportent 708 cotes regroupant les documents relatifs à la politique de santé algérienne dont 235 intéressent exclusivement la santé publique, l'hygiène, l'assistance et la prévoyance en Algérie au XIX^e et début XX^e siècles.

Un premier plan d'investigation s'est dessiné compte tenu de l'ampleur du terrain d'étude. Chacune des 235 cotes comprenant entre 400 et 800 feuillets de sources de première main, la numérisation et la réalisation d'un inventaire détaillé était indispensable pour regrouper et rendre accessibles



les documents les plus fondateurs de l'action sociale et sanitaire de l'Administration coloniale à partir de 1830.

Constitution de la base de données numérique

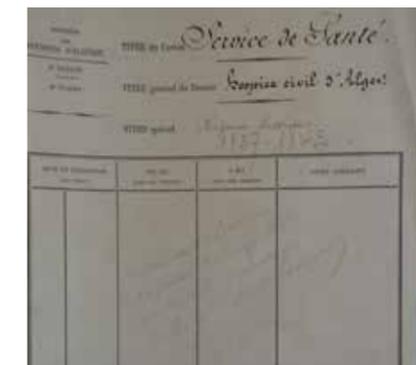
L'œuvre de rationalisation et d'encadrement médical s'organisant dans les établissements hospitaliers en France depuis le XVIII^e siècle, c'est par cette construction institutionnelle que le premier inventaire décrivant chaque feuillet a été constitué : il détaille la **série N : Travaux Publics, Bâtiments de santé et Assistance (2315 feuillets numérisés)** et fait état de l'édification - entre 1830 et 1880 - de structures de soins dans les 3 principales villes Alger, Oran, Constantine, ainsi que dans leur périphérie (24 hôpitaux, hospices, maison de secours, asiles dans les villages des trois provinces). Les plans, objectifs, financements, appropriations de bâtiments, contrats d'adjudication pour la construction et les fournitures nécessaires permettent de dresser une cartographie hospitalière très précise.

La **série FM F/80 Assistance et prévoyance/Hôpitaux et hospices (2904 feuillets numérisés)** porte sur le personnel et la réglementation hospitalière, les commissions administratives et la clientèle, dévoilant le fonctionnement interne des établissements, les pathologies et les populations fragiles, ainsi que les orientations politiques de l'Administration en matière de santé.

Un inventaire par feuillet a également été décliné à partir de la **série FM F/80 Filles soumises (1067 feuillets numérisés)** sur l'encadrement et les soins aux prostituées de la colonie, de la **série FM F/80 Vaccination (796 feuillets numérisés)** sur la diffusion du vaccin contre la variole, de la **série FM F/80 Établissements insalubres (1610 feuillets numérisés)** relatifs aux épidémies, aux questions de salubrité et à l'installation et au fonctionnement des conseils d'hygiène et de salubrité. Ces points s'inscrivent parfaitement dans la problématique des politiques de santé dans la colonie.

Premier bilan et perspectives

A l'heure actuelle, le laboratoire CFDCM dispose du descriptif précis de 8692 feuillets numérisés, numérotés et référencés de sources fondamentales qui constituent un fonds documentaire désormais aisément consultable par l'ensemble de l'équipe



et les étudiants et qui a déjà permis la production d'une recherche sur la « Première étape de construction de la protection hospitalière civile à Alger, des débuts empiriques d'une protection de santé aux rationalisations administratives, 1831-1838 », dans le n°20 de la Revue Franco-maghrébine de Droit Comparé (P.U.P., 2013).

Outil indispensable pour développer un travail scientifique collectif sur les politiques de santé et l'Algérie coloniale, la constitution de cette base de données numérique entre actuellement dans sa deuxième phase par la numérisation et la réalisation de l'inventaire détaillé de sources de première main portant sur le service médical, l'exercice de la médecine, la police sanitaire et les statistiques médicales. L'objectif est de disposer de tous les éléments documentaires nécessaires à l'appréhension d'aspects spécifiques des politiques de santé dans l'Algérie coloniale pour leur mise en perspective dans une analyse des questions coloniales plus générale.

Le terrain « éprouvé »

IDM équipe Mode de Vie, MDV

Sophie AVARGUEZ
Maître de Conférences UPVD

Aude HARLE
Maître de Conférences UPVD

Contacts :
sophie.avarguez@univ-perp.fr
aude.harle@univ-perp.fr



*L'exemple de la réflexivité
comme outil de compréhension
des rapports de pouvoir*

L'analyse plus spécifique de l'activité prostitutionnelle nous permet de mettre en exergue l'excès qui caractérise ce territoire frontalier, notamment dans le registre des rapports sociaux de sexe. La non-mixité dans l'espace public de la Jonquera concentre les catégories « sexe-classe-race » ; cette non-mixité prend des formes encore plus affirmées dans les *puticlubs* où l'assignation à des rôles sexués et sexuels est clairement affichée et revendiquée : l'interdiction d'entrée pour les femmes dans la majorité de ces clubs en est une des illustrations, faisant de ces lieux des « bastions » encore réservés à la classe des hommes hétérosexuels.

Les chercheur(e)s n'échappent pas aux enjeux et aux rapports de pouvoir qui se jouent dans cet espace de l'entre-deux, de marge et de passage. L'analyse clinique de la relation qui lie le chercheur(e) à son terrain et à son objet de recherche est sur ce point éclairante (De Gaulejac, 2007).

En effet, le vécu des habitantes de la Jonquera (Avarquez dir., 2013) fait écho au vécu des chercheuses et aux obstacles rencontrés dans l'accès au terrain de recherche. Ceci conduit à s'interroger sur les mécanismes de production de connaissances, tant ce terrain et cet objet sont marqués par le sexe des chercheuses et les postures retenues. Les chercheur(e)s en sociologie connaissent des difficultés inhérentes à l'entrée sur le terrain et aux enjeux méthodologiques qui les animent : se présenter, trouver une place sur le terrain, se faire accepter, participer aux activités et aux interactions, s'impliquer tout en trouvant la bonne distance entre soi et l'objet d'étude (Becker, 2002) ; (Cefaï dir. 2003 ; 2010) ; (Fassin, Bensa, dir. 2008). Pour la première fois dans notre expérience de chercheuses nous étions interdites d'accès au terrain, notamment dans certains clubs de prostitution et ce, de par notre sexe, quel que soit le rôle que nous endossions (clientelles potentielles ou chercheuses). L'assignation des rôles dont nous avons

fait l'objet a été formulée à l'aide de trois arguments :

-Le premier se construit autour de la notion de secret : l'intrusion d'une femme non prostituée dans cet espace mettrait en péril la solidarité des hommes, plus précisément le secret qui préside aux relations qui s'y traitent. Il convient ici de souligner l'impensé au cœur du dialogue : celui selon lequel un homme ne peut en aucun cas dénoncer un autre homme. Aussi dans cette optique, c'est le sexe –de femme- qui l'emporte sur tout autre statut dans une vision fortement hétérocentriste et stéréotypée.

-Le second argument met en avant la notion de sécurité et de protection des femmes non prostituées. Le personnel à l'entrée des clubs nous a clairement dit que notre sécurité ne pouvait pas être garantie dans ce lieu et qu'il ne pouvait pas nous faire prendre ce risque. La dangerosité du lieu, attestée par le dispositif humain et matériel mis en place, s'expliquerait par l'effet groupe et l'aspect incontrôlable des hommes, leur désir sexuel étant présenté comme une « pulsion ».

-Le troisième argument est celui de la concurrence. Le refus s'est construit dans le discours du personnel à deux niveaux : pour les femmes prostituées nous étions susceptibles d'exercer une concurrence doublement déloyale dans la mesure où nous ne nous plions pas aux contraintes et au règlement des « hôteliers » et où, en outre, nous pouvions proposer des relations sexuelles non tarifées associées à une forme de « travail » dissimulé.

Dans l'impossibilité de changer de sexe, nous subissions cette in-

¹ Cet argument nous fut clairement signifié par les tenanciers des clubs, les portiers et les clients. Les réponses furent les mêmes : « Pas de femmes ici », « entrée impossible pour des femmes dans les clubs ».

justice par rapport à nos collègues hommes (chercheurs ou étudiants). En effet, ces derniers pouvaient accéder à ces lieux pour y réaliser des observations et des échanges alors que nous en étions d'emblée exclues. S'est alors

Pour la première fois dans notre expérience de chercheuses nous étions interdites d'accès au terrain (...) et ce, de part notre sexe.

inévitablement posée la question de la faisabilité de cette étude par des chercheuses puisque tout se passe comme si, dans cet espace, les rôles étaient figés : les femmes ne peuvent être que des prostituées (et inversement), et les hommes ne peuvent être que des clients (et inversement). Ce qui pouvait apparaître comme une difficulté dans l'accès au terrain s'est traduit dans les faits comme un moteur à la réflexion faisant émerger des pistes de travail : que dit cet interdit d'accès à ces clubs aux femmes non prostituées ? Quels enseignements en tirer sur le clivage des rôles sexués ? Exclues de la plupart des lieux de prostitution, cette contrainte nous a aussi poussées à saisir le vécu périphérique, les « à côtés » moins visibles de ce phénomène et moins mis en avant sur la scène médiatique, politique et scientifique.

Ces obstacles dans l'accès au terrain ont eu aussi l'effet suivant : nous ne nous sommes jamais autant senties appartenir à une classe de sexe, au groupe des femmes, dans une solidarité sororale, tant la frontière avec la classe des hommes semblait infranchissable. Ce ressenti, déjà connu dans certaines circonstances de la vie quotidienne, a pris ici une forme radicale sous l'effet de la prostitution *in situ*. Malgré ce sentiment d'appartenance, dans le même temps, nous faisons tout pour nous distancier de ces prostituées. Ce besoin s'exerçait à notre corps défendant. Aussi, c'est presque inconsciemment qu'une logique de distinction s'est installée de crainte d'être as-

similées à ce groupe duquel nous nous sentions pourtant solidaires. Au delà de ces analyses, nous ne pouvons que constater que, dans ces lieux de prostitution, qui exacerbent et concentrent les rapports sociaux de pouvoir, l'ana-

lyse des subjectivités des chercheur(e)s et des effets des postures endossées nous paraît indispensable pour répondre aux exigences de production scientifique de connaissances. Ces exigences ne doivent pas masquer une question cruciale : la fin scientifique justifie-t-elle tous les moyens ?

Dans ce contexte, les notions de confiance et de consentement relatives au cadre d'un entretien de recherche prennent tout leur sens. Hors de ce cadre, l'entretien se rapproche davantage d'un interrogatoire mettant à mal le principe de l'échange d'égal à égal. Les travaux de certains chercheurs sur des objets et des terrains similaires (qui par exemple mobilisent les patrons des clubs et la police ou encore se font passer pour des clients afin de recueillir de l'information auprès des femmes prostituées) interrogent les mécanismes de production de connaissances. Tout se passe comme si les transgressions possibles sur ce territoire et dans les *puticlubs* trouvaient leurs prolongements dans l'exercice du métier de sociologue. Dans ces lieux, les rapports de domination, les rapports marchands, les rapports sociaux de sexe, de classe et de « race » inhérents à toute pratique sociologique ne sont plus interrogés et sont, dans certains cas, niés. Hommes ou femmes, l'analyse de l'implication et du lien qui unit le chercheur à son objet revêt donc une importance particulière sur ce terrain. Cette analyse requiert nécessairement la mise à plat et la reconnaissance des subjectivités.

L'obligation de non-concurrence, l'autre versant du droit de la concurrence

CDED

Marc GOMY
Maître de Conférences UPVD

Contact :
gomy@univ-perp.fr



L'obligation de non-concurrence, dont le régime juridique a été construit au fil du temps par la jurisprudence, représente un volet important, quoique méconnu, du droit de la concurrence.

En raison de la médiatisation de certaines affaires concernant des ententes où les entreprises se voient condamnées à des amendes de plusieurs dizaines, voire centaines de millions d'euros, le grand public touche du doigt, à intervalles réguliers, ce que recouvre concrètement la protection du libre jeu de la concurrence sur le marché. Il sait, plus ou moins confusément, qu'il s'agit là de la mise en œuvre de règles issues du droit de la concurrence, ce que d'aucuns nomment parfois le «grand droit de la concurrence», et qui n'est autre que le droit des pratiques anticoncurrentielles.

Il existe cependant un autre versant du droit de la concurrence, tout aussi important, moins préoccupé de la protection du marché que de celle des concurrents. Car le droit de la concurrence n'est pas réductible au droit des pratiques anticoncurrentielles. Il recouvre également un ensemble de règles, pour la plupart très anciennes, au premier

rang desquelles figure le droit régissant l'obligation de non-concurrence.

Prenant sa source dans un contrat, cette obligation peut être définie comme l'engagement d'une personne - le débiteur de non-concurrence - à ne pas faire concurrence dans le cadre d'une activité professionnelle à une autre personne - le créancier de non-concurrence - pendant un certain laps de temps sur un territoire donné. C'est un aspect du droit de la concurrence qui n'a guère les honneurs des médias. En revanche la recherche universitaire s'est très tôt emparée de cette question et des auteurs illustres se sont intéressés à cette obligation singulière. Mais c'est sans nul doute le professeur Yves Serra, à l'origine de la création du Centre de droit de la concurrence de l'UPVD portant désormais son nom, qui a donné ses lettres de noblesse à l'obligation de non-concurrence. Ses analyses théoriques, développées dans sa thèse publiée en 1970 et dans ses écrits postérieurs, ont souvent été consacrées par la jurisprudence et l'ont imposé aux yeux de la doctrine française

et étrangère comme le spécialiste de l'obligation de non-concurrence, ce qu'il était aussi en matière de concurrence déloyale. Poursuivant l'œuvre de son fondateur, les travaux du Centre de Droit de la Concurrence Yves Serra influencent ou accompagnent depuis

dépendent des enjeux qui ne sont pas sans importance.

Dès l'apparition des premières clauses de non-concurrence au milieu du dix-neuvième siècle, le juge s'est trouvé face à un choix délicat : rejeter leur

« Le droit régissant l'obligation de non-concurrence présente une particularité qui est aussi une difficulté : il n'existe, sauf rare exception, aucun texte de loi directement applicable. »

de nombreuses années les évolutions jurisprudentielles et législatives en matière de droit de la concurrence.

Le droit régissant l'obligation de non-concurrence présente une particularité qui est aussi une difficulté : il n'existe, sauf rare exception, aucun texte de loi directement applicable. Mais tout comme la nature a horreur du vide, le droit a horreur du vide juridique. Le législateur a donc laissé aux juges, et particulièrement à la Cour de cassation, le soin de combler

validité parce qu'elles contrevenaient à la liberté du commerce et de l'industrie et à la liberté du travail - on parle aujourd'hui de liberté fondamentale d'exercer une activité professionnelle et de libre concurrence - ou reconnaître leur existence juridique au nom de la liberté contractuelle permettant aux agents économiques de préserver leur clientèle ou parts de marché. C'est pour une solution de conciliation entre les intérêts du créancier de non-concurrence et ceux du débiteur de non-concurrence qu'a opté la jurisprudence,



L'engagement contractuel donnant naissance à l'obligation de non-concurrence fait partie intégrante du droit de la concurrence.

les lacunes de la loi. La jurisprudence a ainsi construit, pas à pas, depuis un siècle et demi, un régime juridique au moyen d'interprétations dont le non spécialiste a bien du mal à saisir toutes les subtilités. De cette herméneutique

notamment par l'adoption de critères de validité de plus en plus nombreux et contraignants. Il en est un qui fait aujourd'hui l'objet de controverses, celui de la contrepartie. Alors que depuis 2002 un salarié soumis à une

clause de non-concurrence pour l'après-contrat de travail bénéficie d'une contrepartie financière, la question se pose de savoir si cette solution peut être étendue à d'autres débiteurs de non-concurrence en



Si le versement d'une contrepartie financière au bénéfice du salarié constitue une exigence jurisprudentielle, il n'en est pas de même dans le domaine commercial et civil.

matière commerciale et civile comme un franchisé, un actionnaire ou un membre d'une profession libérale. La jurisprudence s'y refuse pour l'instant.

Par leurs écrits, les chercheurs du Centre de droit de la concurrence Yves Serra participent à ce débat, et à tant d'autres. Ce faisant, ils montrent leur attachement à une conception qui accorde à l'obligation de non-concurrence la place qu'elle mérite au sein du droit de la concurrence.

Publications :

M. GOMY, Essai sur l'équilibre de la convention de non-concurrence, PU Perpignan, 1999, préf. Y. Serra

Y. PICOD, Y. AUGUET et M. GOMY, Concurrence (obligation de non-concurrence), Rép. com. Dalloz, 2009

M. GOMY, L'autonomie de la clause de non-concurrence en droit du travail, Mélanges en l'honneur d'Yves Serra, Etudes sur le droit de la concurrence et quelques thèmes fondamentaux, Dalloz, 2006, pp. 199-216

Le point sur la recherche en langues anciennes à l'UPVD

VECT Mare Nostrum

Mireille COURRÉNT
Professeur UPVD

Contacts :
courrent@univ-perp.fr

Ghislaine JAY-ROBERT,
Maître de Conférences UPVD
jay-robot@univ-perp.fr

Joël THOMAS,
Professeur UPVD
jthomas@univ-perp.fr

Thierry ELOI,
Maître de Conférences UPVD
eloi@univ-perp.fr

© photo : M. GALINIER



La situation des langues anciennes, latin et grec, est actuellement très délicate dans l'université française. Un peu partout les filières ferment, faute d'un nombre suffisant d'étudiants, comme ce fut le cas, il y a trois ans, à l'UPVD. Au moment où notre université aborde un nouveau contrat quinquennal et où les équipes de recherche de LSH connaissent une restructuration de grande ampleur, il est important de rappeler la place et la mission de la recherche en langues anciennes à l'UPVD.

La recherche en langues anciennes à l'UPVD se structure autour d'un axe fort, mis en place par le professeur Joël Thomas, aujourd'hui en retraite, et repris par les enseignants-chercheurs actuels. Il est centré sur un travail original qui a renouvelé l'approche de l'Antiquité et s'oriente vers les méthodologies de l'imaginaire, entendu comme « un dynamisme organisateur des images, qui leur confère une profondeur en les reliant entre

elles » et les analyse non comme une collection d'images additionnées, mais comme un « réseau où le sens est dans la relation »¹ et qui, dans l'Antiquité, trouve sa forme d'expression privilégiée dans le mythe. Ce principe d'analyse permet de repérer des structures organisatrices propres à l'Antiquité, mais également de jeter un pont entre la pensée mythique et la pensée scientifique contemporaine, en développant une réflexion sur la systémique et sur la structure du vivant. L'Antiquité prend ainsi toute son actualité et la découverte des principes qui la fondent nous aide à étudier notre propre société.

Cette perspective de recherche est particulièrement féconde dans toutes les activités de l'équipe pluridisciplinaire VECT, autour des questions portées par la littérature du Moyen Age à nos jours. Cette volonté de lier l'Antiquité aux questionnements de notre époque a aussi conduit l'équipe

1 Introduction aux méthodologies de l'imaginaire, Joël THOMAS (Dir.), Paris, Ellipses, 1998, p. 15

à y consacrer une revue en ligne, *Réflexion(s)*². Et ces chercheurs trouveront donc naturellement leur place dans le futur CRESEM, notamment au sein de l'axe « Transmissions, Représentations et Transformations de l'Antiquité et de ses Imaginaires ».

Mais chacun d'entre eux est aussi engagé dans une direction personnelle, qui ouvre la recherche de l'UPVD sur les autres universités européennes. Joël Thomas préside le réseau thématique européen « Le phénomène littéraire aux premiers siècles de notre ère », qui regroupe 11 universités, de 6 pays d'Europe³, auquel participent également ses collègues. Mireille Courrént, qui travaille sur Vitruve avec l'EASAM de l'université de Caen, est en train de monter un autre réseau européen autour de la transmission des savoirs et des techniques dans le monde gréco-romain. Thierry Éloi travaille avec Florence Dupont, professeur de latin à Paris VII, sur la représentation du corps à Rome. Ghislaine Jay-Robert est intégrée au GDR 3279 (Groupe de Recherche THEATRE basé à la rue d'Ulm à Paris) qui se propose de publier une Histoire du Théâtre Antique en rassemblant tous les renseignements que donnent les textes de l'Antiquité. Ils apporteront la richesse de ces ouvertures à la future EA de LSH, mais pourront aussi recentrer leur activité sur notre université en collaboration notamment avec les Historiens de l'Art spécialistes de l'Antiquité et les chercheurs travaillant sur le théâtre.

S'il n'y a plus de licence de lettres classiques à l'UPVD, on continue donc cependant à y faire de la recherche

2 <http://reflexions.univ-perp.fr>, accessible sur le site de l'UPVD, dans la colonne de gauche sur la page de la faculté LSH.
3 www2.units.it/phantasia.



dans le domaine de l'Antiquité. Les étudiants, d'ailleurs, ne s'y trompent pas: ils sont nombreux à venir de toute la LSH et des autres facultés pour participer aux cours d'initiation aux langues anciennes, de civilisation et d'histoire des idées. Ils viennent y chercher des informations et des outils de réflexion sur les faits historiques, le vocabulaire des langues européennes et les idées sociales, philosophiques, politiques et religieuses qui, brassées et reformulées depuis le Moyen Age, ont imprégné nos sociétés occidentales, ont donné naissance à l'Europe et constituent encore, de façon vivace, notre quotidien.



Publications :
COURRÉNT Mireille, De architecti scientia. Idée de nature et théorie de l'art dans le De Architectura de Vitruve, Presses Universitaires de Caen, 2011.
- (éd.), « Vitruve », Cahiers des Etudes Anciennes 48, 2011.
Dubreuil, Philippe, Le marché aux injures à Rome, Injures et insultes dans la littérature latine, Paris, L'Harmattan, 2013.
Éloi Thierry et Dupont Florence, L'érotisme masculin à Rome, Paris, Belin, 2003.
Jay-Robert Ghislaine, Le sacré et la loi. Essai sur la notion d'hosion d'Homère à Aristote, éd. Kimé, Paris, 2009.
- L'invention comique. Enquête sur la poétique d'Aristophane, Presses Universitaires de Besançon, 2009.
Pollock Jonathan, Déclinaisons. Le naturalisme poétique de Lucrèce à Lacan, Paris, Hermann, 2010.
(éd.), Pratiques du hasard. Pour un matérialisme de la rencontre, Presses Universitaires de Perpignan, coll. Etudes, 2012.
Rimbault Olivier, L'Avenir des langues anciennes. Repenser les humanités classiques, suivi de Poésies néolatines pour le XXI^e siècle (2004-2011), PUP, 2011.
Thomas Joël, Structures de l'imaginaire dans l'Enéide, rééd., Paris, Les Belles Lettres, 2013.
- L'Imaginaire de l'Homme romain. Dualité et complexité, Bruxelles, Ed. Latomus, 2006.
- Introduction aux méthodologies de l'imaginaire, Paris, Ellipses, 1998.

Autour de la colonne Trajane

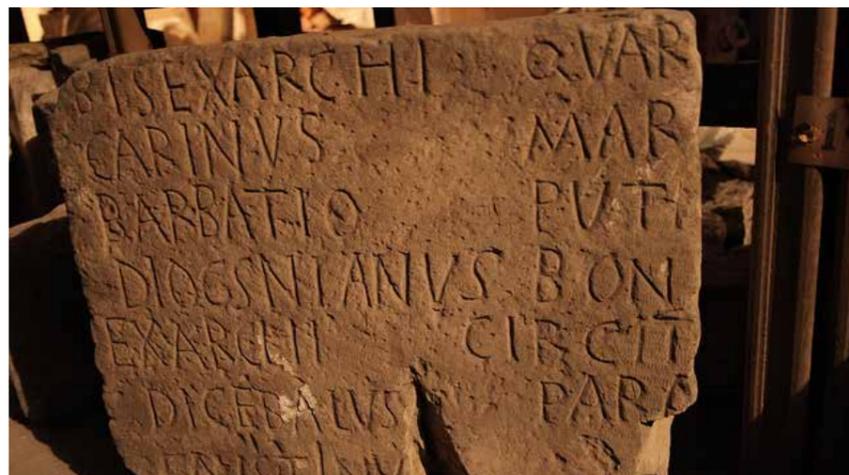
CRHiSM

Martin GALINIER
Professeur UPVD

Contact : galinier@univ-perp.fr

© photos : M. GALINIER, L. VELCESCU

Le monde romain, entre «centre et périphéries» : les phénomènes de romanisation aux confins de l'Empire au début du II^e siècle après J.-C.



Le 12 mai 2013 a marqué le 1900^e anniversaire de la colonne Trajane, monument exceptionnel de la Rome antique. Cette colonne haute de plus de 40 mètres, qui pèse 1036 tonnes et est creusée d'un escalier hélicoïdal jusqu'à son sommet, a été érigée par l'empereur Trajan pour célébrer ses victoires sur la Dacie, la Roumanie actuelle, en 102 et 107 après J.-C.

Mais ce qui fait de cette colonne une œuvre unique, est qu'elle est sculptée, sur l'ensemble de sa hauteur, d'une frise continue de 23 spires décrivant les phases de la conquête et de la soumission (puis romanisation) des Daces. 2570 personnages y sont représentés en bas-relief, en 155 scènes racontant, à la manière d'un film ou d'une bande dessinée (la comparaison a été faite), les épisodes choisis et marquants de la conquête. Un travail de Romain donc, par lequel Trajan entendait dépasser César et son fameux *Commentaire de la Guerre des Gaules* : l'ouvrage écrit par Trajan sur la *Guerre dacique* est perdu, seule demeure sa colonne, quasi-intacte alors que le Forum de

Trajan, admiré comme le plus beau de Rome dans l'Antiquité, a été ruiné par un tremblement de terre en 801 et est toujours l'objet de fouilles.

Cet anniversaire a été l'occasion, pour le Centre de Recherches Historiques sur les Sociétés Méditerranéennes (E.A. 2984 ; <http://crhism.wordpress.com/>), de participer à plusieurs manifestations internationales.

La première a eu lieu à Vienne (Autriche), du 9 au 12 mai, à la Historisch- Kulturwissenschaftliche Fakultät, institution prestigieuse car berceau de l'Histoire de l'art au XIX^e siècle. Elle a organisé le colloque international *Columna Traiani. Trajanssäule – Siegesmonument und Kriegsbericht in Bildern*. 43 spécialistes venus du monde entier (Allemagne, Autriche, États-Unis, Israël, Italie, Royaume-Uni, Roumanie, Serbie) ont présenté leurs travaux, et l'Université de Perpignan était représentée par Martin Galinier, professeur en Art romain. La publication des Actes est prévue (programme disponible : <http://columna-traiani.univie.ac.at/programm/>).

Les 7 et 8 juin à Rome, a eu lieu à l'Académie de Roumanie un colloque intitulé *Colonna Traiana MCM* (soit « 1900 » en chiffres latins). Y participait, à côté de chercheurs roumains et italiens de renommée mondiale comme Filippo Coarelli ou Lucrezia Ungaro, un chercheur associé du CRHiSM, Léonard Velcescu, spécialiste des représentations statuariques des Daces.

En septembre est paru, à l'instigation de Léonard Velcescu, le numéro 359 des *Dossiers d'Archéologie*, revue française grand public spécialisée dans l'archéologie, coordonné par M. Galinier, Georges Castellvi, chercheur associé au CRHiSM, et L. Velcescu. Le titre en est « *Trophées romains et colonne Trajane* » et le numéro a accueilli des articles de chercheurs français, italiens, autrichiens et roumains.



Enfin, le 28 octobre, à l'invitation de l'Institut d'Archéologie Vasile Pârvan de l'Académie roumaine, M. Galinier, G. Castellvi et L. Velcescu ont participé au colloque franco-roumain « *Études sur la colonne Trajane – 1900 ans depuis l'inauguration (113-2013)* ».

Les plus grands spécialistes de l'archéologie roumaine mais aussi des docteurs, tous francophones, ont présenté les dernières découvertes réalisées en Roumanie, tandis que les chercheurs du CRHiSM abordaient les problèmes du « réalisme » des bas-reliefs de la colonne Trajane (M. Galinier) ; la typologie du *Tropaeum Traiani*, trophée érigé par Trajan en Roumanie en commémoration des morts romains de la guerre, en regard du trophée de Pompée découvert récemment à Panissars (G. Castellvi) ; les statues de Daces à Rome, barbares soumis mais cependant représentés de manière honorable (L. Velcescu). Les actes du colloque seront publiés par l'Institut.

Une visite sur le site du Tropaeum Traiani, menée par Alexandru Barnea, professeur de l'Institut d'Archéologie qui y fouille depuis 30 ans, puis au musée de Tomis (sur les bords de la mer Noire), a été organisée. A suivi une présentation des collections épigraphiques de l'Institut Vasile Pârvan, puis du musée de Bucarest, où l'ensemble des bas-reliefs de la colonne Trajane est présentée sous forme de moulages.



La collaboration entre le CRHiSM et l'Institut colloque franco-roumain se poursuivra dans l'avenir : ainsi un colloque sera organisé à l'université de Perpignan d'ici 2015.



Affiche officielle du colloque de Bucarest

Quel est le bon niveau de dépense en R&D énergétique ?

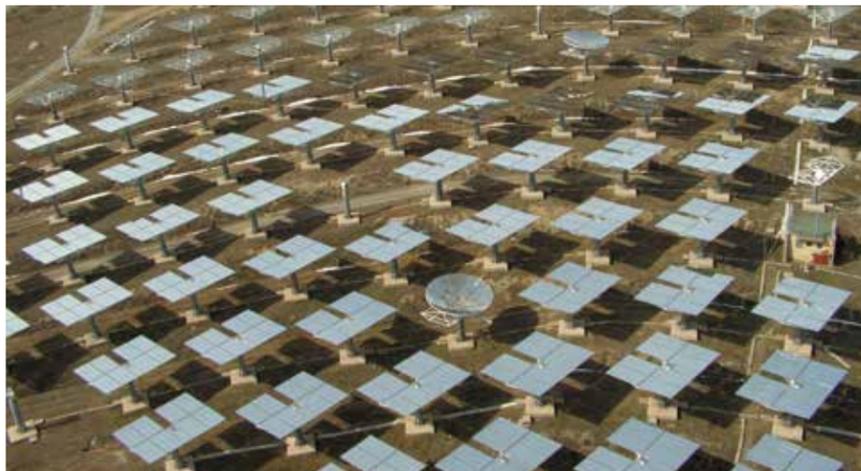
CAPEM

Arnaud ABAD
Doctorant UPVD

Walter BRIEC
Professeur UPVD

Contact : brie@univ-perp.fr

Financement : Projet ANR « EFF.INNOV-PME » (Efficience des processus d'innovation, pertinence des modèles économiques d'entreprises et cohérence des politiques microéconomiques) en partenariat avec le CREM (UMR 6211, Caen et Rennes)



Site de THEMIS, Conseil Général des Pyrénées-Orientales (CG 66)

« Le CO² issu de la combustion des énergies fossiles est le premier contributeur des émissions de gaz à effet de serre (57,4 %, p. 74) suivi de loin par le CO² issu de la déforestation (19,4 %) et par le méthane (14,3 %). C'est du secteur de l'énergie qu'il est principalement issu (p. 72). La Chine est le premier pays émetteur de GES (7,7 Gt CO²), suivi par les Etats Unis (5,4 Gt CO², p.75). Depuis 1990, les émissions mondiales ont augmenté de plus de 44 % (p. 80). »

Mémento sur l'énergie, CEA (2013)

Il ne fait aujourd'hui aucun doute que la stabilisation des émissions de gaz à effet de serre (GES), à des niveaux limitant le changement climatique, est un objectif global. Face à cet objectif, des chercheurs ont essayé de développer des modèles de simulation afin d'évaluer les impacts économiques et environnementaux du changement climatique mondial¹.

Un des moyens de limiter le changement climatique consiste à promouvoir la R&D orientée vers la découverte de nouveaux procédés de production énergétique (carbonés et non-carbonés). Le changement climatique, l'orientation de la R&D et le progrès technologique sont connectés les uns aux autres. Mais, dans quelle mesure l'investissement en R&D énergétique est-il proche de sa valeur optimale ?

1 W. D. Nordhaus 1993 et 1995

L'investigation proposée est dans l'esprit des premières études de C. I. Jones et J. C. Williams² qui furent les premiers à proposer un modèle économique, considérant les externalités associées à la R&D (processus de destruction créatrice, effet de duplication et effet de diffusion des connaissances), dans le but d'examiner le problème du sur et du sous-investissement dans la R&D. L'utilisation de l'approche de C. I. Jones et J. C. Williams sera mis en œuvre dans le cadre d'une analyse dynamique en réseau basée sur la méthode DEA³ (Data Envelopment Analysis).

Cette analyse prend en compte trois processus de production (processus de R&D énergétique, processus de production des biens intermédiaires énergétiques et processus de production intermédiaires (brevets énergétiques et modèles de biens intermédiaires énergétiques), une production désirable

2 C. I. Jones 1998; C. I. Jones et J. C. Williams 2000
3 J. K. Sengupta 1995 et 1999; Färe et S. Grosskopf 1996 et 2000

et indésirable (production d'énergie, i. e. carbonée et non carbonée) et une production indésirable (émissions de GES). En ce sens, elle considère différents processus de production, interconnectés les uns aux autres, avec leurs propres facteurs de production et leurs propres productions, mais aussi des produc-

« Le changement climatique, l'orientation de la R&D et le progrès technologique sont connectés les uns aux autres. Mais, dans quelle mesure l'investissement en R&D énergétique est-il proche de sa valeur optimale ? »

tions intermédiaires qui sont générées et consommées au sein du système.

Le secteur de production énergétique génère des productions désirables et indésirables, en utilisant un continuum de biens intermédiaires énergétiques.

Les firmes du secteur des biens intermédiaires énergétiques produisent différentes variétés de biens intermédiaires en fonction des brevets qu'elles détiennent. A chaque instant t , les biens de production intermédiaires sont limités par l'ensemble des biens qui ont été conçus avec succès par les firmes du secteur de la R&D énergétique.

Le secteur de la R&D énergétique produit des brevets en utilisant un ensemble de facteurs de production. Parmi ces facteurs de production, les dépenses en R&D énergétique sont étudiées avec une attention particulière de façon à déterminer le sentier d'investissement optimal en R&D énergétique et ainsi le sentier optimal d'expansion du capital énergétique.

La distinction entre les enjeux privés et collectifs du développement de la R&D énergétique permettra de distinguer le sentier optimal privé et le sentier optimal social d'investissement en R&D énergétique. L'écart entre ces

deux sentiers mettra en évidence des situations de sur ou de sous-investissement dans la R&D énergétique.

Cette différence entre l'optimum privé et l'optimum social se traduira par des divergences entre le sentier optimal privé et le sentier optimal

social d'expansion du capital énergétique et donc entre le sentier optimal privé et le sentier optimal social de production énergétique et d'émissions de GES.



Publications :

R. Färe and S. Grosskopf, «Intertemporal production frontiers: with dynamic DEA», Boston: Kluwer Academic Publishers, (1996).

R. Färe and S. Grosskopf, «Network DEA», Socio-Economic Planning Sciences, Volume 34, Issue 1, (March 2000), Pages 35-49.

C. I. Jones, «R&D based models of economic growth», Journal of political economy 103, (1995), Pages 29-47.

C. I. Jones and J. C. Williams, «Too much of a good thing? The economics of investment in R&D». Journal of Economic Growth, (March 2000), Pages 65-85.

W. D. Nordhaus, «Rolling the DICE: an optimal transition path for controlling greenhouse gases». Resource and Energy Economics, Volume 15, Issue 1, (March 1993), Pages 27-50.

W. D. Nordhaus, «The ghosts of climates past and the specters of climate change future». Energy Policy, Volume 23, Issues 45, (April/May 1995), Pages 269-282.

J. K. Sengupta, «Dynamic of data envelopment analysis: theory of systems efficiency», Boston: Kluwer Academic Publishers, (1995).

J. K. Sengupta, «A dynamic efficiency model using data envelopment analysis», International Journal of Production Economics, Volume 62, Issue 3, (September 1999), Pages 209-218.

Entre musique et poésie

CRILAUP

Anne LACROIX
Maître de Conférences UPVD

Contact : alacroix@univ-perp.fr

© photos : Archivo de Gerardo Diego,
Col. Fundación Federico García Lorca,
Madrid



Gerardo Diego au piano, Madrid, fin des années 50

La musication chez deux poètes espagnols de 1927 : Gerardo Diego et Federico García Lorca

Cette recherche alimente l'axe du contrat en cours « Trajectoires poétiques et écritures dans le monde hispanique et hispano-américain » du CRILAUP. Elle trouvera à se poursuivre et à se développer dans l'axe « Le texte entre ses sources et ses cibles » du quinquennal 2015-2019, dans le cadre du CRESEM. Une telle démarche s'inscrit dans la prospection des porosités et des limites entre les genres artistiques : la poésie, tout comme la musique, est prise entre des traditions, des codes rigoureux et une invitation apparemment sans bornes à la fantaisie et à l'innovation. Deux poètes-musiciens contemporains espagnols, l'un de renommée mondiale et mythique, Federico García Lorca (1898-1936), l'autre, moins connu mais tout aussi virtuose, Gerardo Diego (1896-1987), qui partageaient cette double passion, en sont de brillants exemples.

Poésie et musique, deux arts complémentaires

Nombreuses sont les corres-

pondances lexicales entre le domaine de la poésie et celui de la musique. Citons, entre autres, les termes anacrouse, cacophonie, cadence, écho, harmonie, mesure, motif, pause, ou encore tempo, qui déterminent des concepts propres aux deux arts. Un néologisme a même été créé, qui désigne la priorité donnée à l'aspect sonore du texte sur les autres aspects, notamment sur le sens. Il s'agit du phénomène de la musication. « *La poésie est à la prose ce que la danse est à la marche : elle a un rythme particulier, qu'il est possible de saisir en battant la mesure* » (Dupriez) et l'on peut, en poésie, déterminer des coupes rythmiques, c'est-à-dire diviser le vers en mesures ou segments de durée égale. Si en musique la durée des pauses est exactement définie –soupir, demi-soupir, etc.–, elle est en revanche beaucoup plus variable en poésie et ne dispose pas de signes graphiques pour la retranscrire. Enfin, le tempo revêt une importance capitale en poésie :

Un des premiers points qui conditionnent le choix d'une poésie au point de vue musical, c'est le fait même

que le poème à lui seul suggère une agogique donnée qui peut être en rapport soit avec certaines formes sentimentales, idylliques, d'autres avec un élan rapide, ou d'autres au contraire avec une déclamation solennelle, et ainsi de suite (Dupriez).

Gerardo Diego et Federico García Lorca, poètes-musiciens

Deux poètes espagnols de la Génération de 1927 se sont particulièrement illustrés dans l'art de mêler poésie et musique : Gerardo Diego et Federico García Lorca. Le premier est un auteur aux talents multiples. Surtout connu pour son œuvre poétique, il fut également critique littéraire, musical et taurin, dramaturge et pianiste. Il partagea avec le second une véritable passion pour la musique. Dans les années 1920, alors que Lorca logeait à la Résidence des Étudiants de Madrid, des conférences, des concerts et des récitals de poésie furent organisés, au cours desquels l'un et l'autre, à tour de rôle, s'asseyaient au Pleyel et jouaient, chacun selon ses goûts. Lorca choisissait des pièces de Manuel de Falla ou improvisait et chantait, en s'accompagnant au piano, des airs traditionnels espagnols. Diego interprétait des mazurkas de Chopin et des préludes de Debussy.

Dans son recueil intitulé *Of-frande à Chopin*, commencé en 1918 et publié en 1962, Gerardo Diego nous offre une lecture à quatre mains des *Nocturnes* du compositeur polonais. La poésie vient avec bonheur interpréter la phrase musicale et ouvre au lecteur un monde de possibilités sonores et visuelles. Les procédés employés par le poète reposent sur la suggestion et l'imitation, c'est-à-dire que les mots naissent soit d'un vagabondage de l'esprit qui se laisse guider par ce qu'il entend, soit d'une adéquation rythmique de la poésie à la musique. Le poéticien

mélomane est invité à découvrir simultanément les compositions musicale et poétique, et à y reconnaître des similitudes. S'il est un peu musicien, ou mieux encore, musicologue, il pourra

« La poésie, tout comme la musique, est prise entre des traditions, des codes rigoureux et une invitation apparemment sans bornes à la fantaisie et à l'innovation. »

en outre identifier dans les partitions de Chopin les motifs qui ont suscité l'écriture du recueil de poèmes.

Amateur de culture populaire et de folklore andalou, ami du compositeur Manuel de Falla, Federico García Lorca rédige en 1921 un recueil intitulé *Poème du chant profond*. Profondément enraciné dans la terre andalouse, ce livre, publié dix ans plus tard, renvoie au *cante flamenco* qui traduit de façon dramatique toute la souffrance du



Federico García Lorca au piano, Grenade, 1919

poésie avec ceux de la musique, mais plutôt à les réinterpréter. Ainsi, si la *si-guiriya*, la *petenera*, la *soleá* ou la *saeta* obéissent à un schéma rythmique précis, les poèmes qui leur sont consacrés

montrent un vers fluctuant, capable de produire « l'impression d'une prose chantée sans sensation de rythme métrique » (Lorca).

Traduire la poésie musicale ?

En lui prêtant ses rythmes et ses sonorités, la musique contribue donc à une transfiguration de la poésie. Si l'appréciation de ce fructueux mélange requiert des connaissances dans les deux arts, la traduction de la poésie musicale s'avère des plus périlleuses car, en plus du sens, le traducteur se doit de viser un mimétisme métrique, rhétorique et stylistique, mais également visuel et acoustique, apparemment impossible à atteindre. D'après Paola Maseau, « *les reproductions ou les créations que nous proposent les traducteurs sont de nouvelles mélodies, de nouveaux arrangements basés sur le mouvement et le thème de la même partition : le poème de départ* ». Gageons que cette métaphore saura mettre au diapason tous les traducteurs de la poésie musicale.

Publications :

Benavides, Ana, Gerardo Diego y la música, Santander, Ediciones Universidad de Cantabria, 2011, 321 p.

Dupriez, Bernard, Gradus. Les procédés littéraires (Dictionnaire), Paris, 10/18, 1984, 540 p.

Maseau, Paola, Une traductologie de la poésie est-elle possible ? La traduction du poème « toujours recommencée », Paris, Publibook, 2012, 264 p.

Maurer, Christopher, Federico García Lorca y su "Arquitectura del cante jondo", Granada, Comares, 2000, 273 p.

peuple gitan. La *pena* s'exprime à travers des poèmes tourmentés, où les désaccords métriques et prosodiques, à l'instar de l'inharmonie mélodique et rythmique de la guitare flamenca, suivent les mouvements de l'âme du poète. Cependant, à l'inverse de Diego, Lorca ne cherche pas à faire correspondre les procédés stylistiques et formels de la

Les Hommes de Néandertal en Languedoc-Roussillon

EPCC CERP et MEDI-TERRA

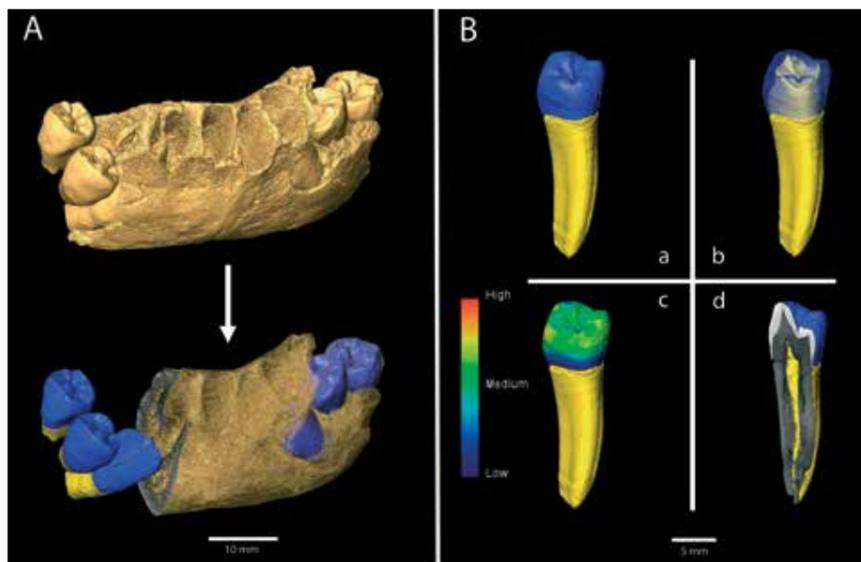
Gaël BECAM
Doctorant UPVD

Tony CHEVALIER
Dr EPCC CERP

Sophie GREGOIRE,
Dr HDR Ingénieur UPVD

Contacts :
gael.becam@cerptautavel.com
tony.chevalier@cerptautavel.com
sophie.gregoire@cerptautavel.com

Financements : l'UMR 7194 du département de préhistoire du MNHN pour l'acquisition des données microtomographiques et le Service régional de l'Archéologie de la DRAC Languedoc-Roussillon pour le PCR régional.



Modélisation du matériel dentaire néandertalien (env. 40 000 ans) issu de l'imagerie à haute résolution après segmentation. A- Mandibule de l'enfant Hortus II : dents définitives en cours de croissance (canines et prémolaires). B- Prémolaire inférieure de l'adulte Hortus V (a : morphologie externe ; b : détail jonction émail-dentine ; c : cartographie colorimétrique de la variation de l'épaisseur de l'émail ; d : section vestibulo-linguale). Email en bleu et dentine en jaune pour (a), (b) et (d).

Les Néandertaliens constituent une forme humaine fossile qui a continuellement éveillé une curiosité particulière auprès de nos contemporains. A la fois clairement différent des Hommes modernes au plan biologique et génétique et si proche au plan évolutif, l'Homme de Néandertal suscite beaucoup d'interrogation quant à son émergence, son comportement, les modalités de sa disparition ou encore le rôle précis qu'il a tenu dans notre propre histoire évolutive.

Contemporains des premiers Hommes modernes, ils sont vraisemblablement issus d'une évolution européenne de l'espèce *Homo heidelbergensis*, une forme d'*Homo erectus* européen, que l'on retrouve notamment dans la

grotte de la Caune de l'Arago à Tautavel. De ce fait l'équipe du Centre Européen de Recherches Préhistoriques de Tautavel s'attache à étudier les sites du Paléolithique moyen du Languedoc-Roussillon, comme témoignage de la phase ultime d'évolution des populations «d'Hommes de Tautavel». Ces travaux sont menés dans le cadre d'un PCR (Projet collectif de recherche) et d'une thèse de doctorat en paléanthropologie entrepris par l'un d'entre nous (G.B.).

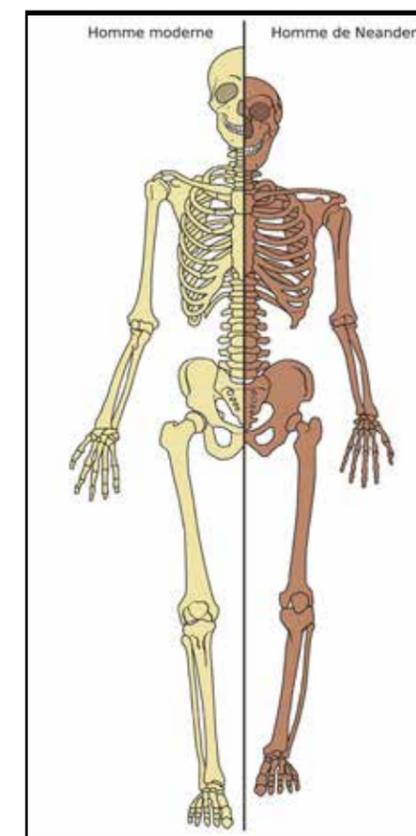
La région Languedoc-Roussillon possède de nombreux témoignages de la présence des Hommes de Néandertal sur un vaste territoire entre mer et montagnes. Plusieurs sites de ce secteur font l'objet d'un programme pluridisciplinaire dont l'objectif est

de définir le contexte paléoenvironnemental dans lequel les populations néandertaliennes ont évolué, leur comportement technique et culturel ainsi que les caractéristiques morphologiques de ces individus que nous ne connaissons dans cette région qu'au travers de dents et de restes osseux fragmentaires dont certains seraient issus de pratiques cannibales.

Plusieurs sites clefs comme les sites de Bize/Tournal (Bize-Minervois, Aude), de la Crozade (Gruissan, Aude), des Ramandils (Port-la-Nouvelle, Aude) ou encore de Montou (Corbères-Cabanes, Pyrénées-Orientales) comportent des phases d'occupations successives au sein de stratigraphies bien préservées, véritables archives du cadre chronologique, environnemental (climat, végétation, faunes), comportemental et culturel de ces populations néandertaliennes. Leur étude pluridisciplinaire devrait déterminer quelles sont les grandes phases de leur évolution depuis leur émergence jusqu'à l'extinction de cette espèce.

D'un point de vue paléanthropologique, les Néandertaliens se différencient singulièrement des Hommes modernes par leur morphologie crânienne (e.g. bourrelet au-dessus des orbites, absence de menton) et leurs proportions corporelles (i.e. poids, taille et proportions des membres) [voir illustration]. Concernant le matériel dentaire, le plus richement représenté dans les archives fossiles, ces espèces présentent une variabilité intra- et inter populationnelle parfois importante.

De ce fait, lors de découvertes de dents humaines isolées en Europe durant la période qui a vu se succéder Néandertals et Hommes modernes (40-30 000 ans), il est souvent délicat de distinguer anthropologiquement dans les sites préhistoriques ces deux populations. D'autre part, la reconnaissance de cette variabilité sur un vaste territoire offre l'opportunité d'étudier les liens entre morphologie, région géographique, paléoenvironnement et comportement culturel. L'utilisation des dernières



Comparaison du squelette de l'Homme de Néandertal et de l'Homme moderne (modifié, d'après Vandermeersch et Maureille, 2001)

méthodes en paléanthropologie associées à de riches collections fossiles

bien contextualisées devrait permettre de répondre en partie à ces diverses interrogations. Pour ce faire, une étude est actuellement menée sur la structure interne, par imagerie à haute résolution (e.g. scanner), de 70 dents néandertaliennes du site de l'Hortus (Valflaunès, Hérault). Les examens micro-tomographiques sont réalisés par un μ CT-scan sur la plateforme AST-RX (Accès Scientifique à la Tomographie à Rayon-X) du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris. Ces méthodes non invasives permettent de disséquer et d'extraire de manière virtuelle les éléments dentaires [voir illustration] afin d'explorer, de décrire et de quantifier la structure interne de ces vestiges auparavant inaccessibles. Il est ainsi possible d'obtenir des données métriques, surfaciques et volumétriques des différents tissus composant une dent (e.g. émail, dentine, cavité pulpaire) permettant de multiplier les paramètres analysés et de tenter d'identifier les caractères discriminants les espèces d'hominidés.

De plus, au-delà de l'apport scientifique, ces méthodes de numérisation à haute-résolution contribuent également à la conservation préventive de ces collections en limitant la manipulation des fossiles originaux tout en développant à long terme une banque de données numériques au sein du laboratoire de Tautavel. Ce travail permettra également de faciliter l'accessibilité et l'échange de données au sein la communauté scientifique via le réseau internet.



Opération de carottage de sédiments vaseux en vue d'étudier l'interface eau/sédiment
Photo réalisée par Gilles SARAGONI, CEFREM,
tirée du corpus des 26 photos de l'exposition UPVD Recherche au Visa Off 2013, nommée pour le prix Arago

DYNAMIQUE DES ENVIRONNEMENTS ET DES ANTHROPOSYSTÈMES

L'homme est devenu le principal moteur dans l'évolution de la nature. En se focalisant sur les environnements au sein du continuum terre-mer méditerranéen, cet axe concerne l'étude des processus naturels et anthropiques contrôlant les milieux aquatiques et sédimentaires. Il s'agit de décrire, représenter et modéliser le fonctionnement et l'évolution de différents écosystèmes sous l'impact des forçages naturels et anthropiques, par des approches pluridisciplinaires en chimie, écologie et géologie. L'objectif est de contribuer au développement d'une gestion intégrée et à l'exploitation durable des ressources naturelles par le transfert du savoir-faire et la mise à disposition de l'expertise de la communauté universitaire.

Suivi de la biodiversité de post-larves ichthyques en Méditerranée Occidentale - 38

Modélisation des systèmes complexes : une approche innovante - 40

SUivi de la Biodiversité de post-Larves Ichtyques en Méditerranée Occidentale

CEFREM

Philippe LENFANT
Professeur UPVD

Marion JARRAYA, Maître de Conférences
UPVD

Gilles SARAGONI, Ingénieur CNRS

Romain CREC'HRIOU, Ingénieur CNRS

Laurie LÈBRE, Technicien CNRS

Gael SIMON, Technicien UPVD

Contact : lenfant@univ-perp.fr
Site internet : <http://www.life-sublino.fr/>

© photos : G. SARAGONI, R.
CREC'HRIOU, P. LENFANT - CNRS

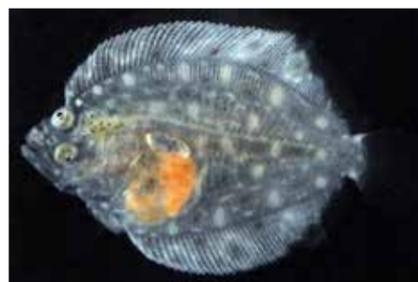


Les juvéniles de sar commun ont pris leur quartier sur les habitats où ils trouvent un abri et de la nourriture

Projet européen LIFE+ SUBLIMO

Un contexte inquiétant

D'après le bilan du « Census of Marine life » (Août 2010) dans la revue PlosOne, la totalité des mers et océans renferment 230 000 espèces marines dont 12% sont des poissons. La Méditerranée possède 650 espèces sur moins d'1% de la surface totale des océans. C'est donc un « hot spot » de biodiversité mondiale. Malheureusement, elle est souvent associée à une augmentation importante de l'anthropisation et conduit inexorablement à une perte de biodiversité. Les causes en sont mul-



Une post-larve de sole en cours de pigmentation

tiples mais principalement dues à des activités humaines : la dégradation des habitats, la surexploitation des res-

sources naturelles, le changement climatique, les espèces envahissantes et la pollution. L'érosion de la biodiversité en Méditerranée a été classée comme étant la plus inquiétante. Nous devons agir en urgence pour tenter d'enrayer cette régression, c'est ce que nous nous sommes fixés dans le cadre de ce projet LIFE.

Des objectifs ambitieux

Le projet SUBLIMO propose une nouvelle approche pour analyser, suivre et réduire la perte de biodiversité marine. Nous chercherons à identifier et à estimer l'abondance des espèces de poissons côtiers à l'état larvaire qui reviennent coloniser les habitats côtiers. Pourquoi analyser la biodiversité au stade post-larvaire ? C'est une phase critique dans le cycle de vie des poissons, avec un taux de mortalité de plus de 90 %, due à la prédation et à la dégradation des habitats. On comprend bien qu'une simple augmentation de quelques pourcents de cette mortalité pourrait avoir des conséquences dramatiques sur le renouvellement des populations de poissons. La solution

innovante proposée dans le projet est d'attraper des espèces de poissons en danger ou surexploitées au stade post-larvaire. Les individus sont ensuite élevés dans deux centres de recherches : le Centre de Recherche sur les Ecosystèmes Marins - CREM situé au Barcarès (Pyrénées-Orientales) mis spécifiquement en place pour le projet grâce à la Commune et à l'UPVD et à Stella Mare de l'Université de Corse Pasquale Paoli à Bastia. Quelques mois après, les juvéniles élevés en aquarium sont réintroduits en mer sur des habitats artificiels adaptés à leur taille, permettant une protection contre les prédateurs, réduisant ainsi la mortalité. Ils viennent ainsi renforcer les populations locales d'espèces en danger ou très exploitées. Ce soutien aux populations marines renforcerait l'action essentielle des Aires Marines Protégées en termes de



Les juvéniles de rouget dans les aquariums du CREM prêt à être relâchés

protection de la biodiversité et des ressources halieutiques.

De meilleures connaissances

Avant de s'attaquer à une telle entreprise, il fallut dans un premier temps, compléter les inventaires de la biodiversité des post-larves. Le projet a apporté de l'information sur les dynamiques des espèces : calendrier d'arrivée, abondance et richesse en espèce. En novembre 2013, à mi-parcours du projet, près de 3000 individus ont été observés, regroupant plus de 50 espèces différentes : plusieurs espèces de sar, rascasses, rouget, chinard, saupe, bogue, congre, anguille, hippo-

campe, plusieurs espèces de blennie... Certaines ont été élevées pour réaliser des actions de restauration par relâché



La salle aquarium du Centre de Recherche sur les Ecosystèmes Marins (CREM) au Barcarès, spécialement dédiée à la restauration écologique et au projet SUBLIMO

mais aussi pour permettre une identification fiable. En effet, certaines espèces arrivent sur les côtes à l'état post-larve avec une taille de moins de 10 mm. Des photos sont alors prises pour caractériser les différents stades de transformation. Ces informations sont intégrées dans un atlas et une base de données pour optimiser l'identification. Elles sont principalement destinées aux scientifiques et aux gestionnaires pour être utilisées dans l'évaluation de la biodiversité de leurs sites d'étude ou de gestion. Cette connaissance sera mise à disposition du Muséum National d'Histoire Naturelle à Paris avec la création d'une collection nationale. Enfin l'ensemble des connaissances sera mise à la disposition des groupes de travail des descripteurs de la Directive Cadre Stratégie Milieu Marin qui vise l'atteinte du bon état écologique à l'horizon 2020.

Des actions concrètes sur le milieu

La phase de repeuplement a commencé en août 2013 à Bastia après une phase d'élevage. Près de 300 individus ont été relâchés de 10 espèces différentes (rouget, picarel, sar...). Un marquage des individus grâce à une marque sous-cutanée a été réalisé en amont pour permettre un suivi en plongée et ainsi distinguer les indivi-

du relâchés des autres. Cela permettra d'estimer les taux de survie et d'évaluer les interactions entre les poissons réintroduits et les individus déjà présents. La menace des espèces envahissantes allogènes sera aussi évaluée.

Une mise en réseau des acteurs

Une étude sur les recommandations en termes de gestion sera réalisée à partir des rapports des groupes de travail, afin d'encourager des solutions adaptées pour les repeuplements. Le projet organisera des échanges de connaissances et d'expériences entre les différents partenaires à l'échelle de la Méditerranée Occidentale.

Une sensibilisation du public

Comme tout projet LIFE, l'accent est également mis sur la diffusion de l'information auprès du public. Cela s'est traduit par l'organisation de stands lors des deux dernières Fêtes de la Science à l'Université de Perpignan et à l'Université de Corté. En plus du site internet, des panneaux d'information sur les sites, des expositions itinérantes de kakémonos et de nombreux articles de presse, un film a été réalisé pour retracer les objectifs et les principales actions du projet. Il servira de support pour des conférences grand public.



P. Lenfant réalisant un comptage des juvéniles relâchés sur les habitats d'émancipation

Modélisation des systèmes complexes : une approche innovante

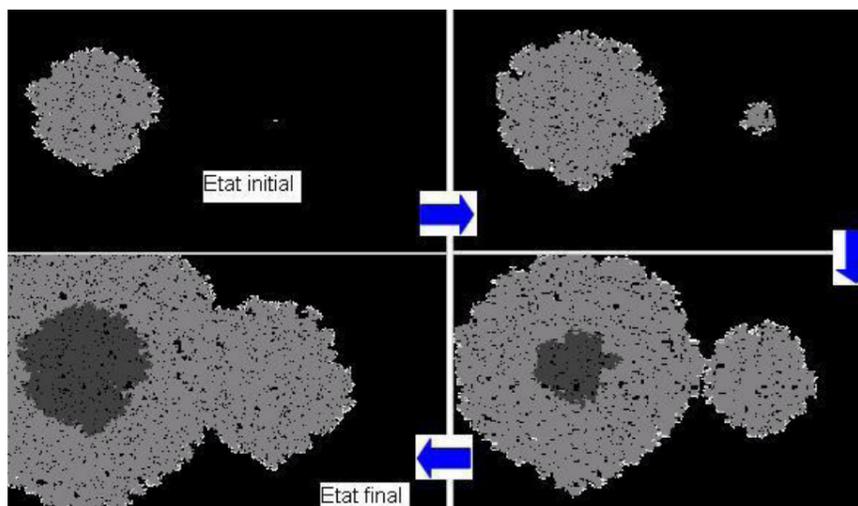
IMAGES

Samira EL YACOUBI
Maître de Conférences HDR UPVD

Abdelhaq EL JAI
Professeur UPVD

Contact :
yacoubi@univ-perp.fr

© Photos : IMAGES



Exemple en environnement : problème de propagation des feux de forêt. Il y a un système qui évolue dans l'espace et dans le temps représenté par un modèle mathématique et simulé sur ordinateur grâce à un logiciel qui a été conçu à cet effet et avec des données initiales arbitraires mais qui peuvent également provenir de données réelles ou de l'interprétation d'images satellitaires.

La modélisation constitue un aspect fondamental en théorie des systèmes. Elle concerne une activité interdisciplinaire qui caractérise l'essentiel des recherches menées au sein du laboratoire IMAGES. Plus particulièrement, notre groupe dont la démarche scientifique s'appuie sur l'approche système a contribué depuis le début des années 80 au rayonnement de notre université dans ce domaine surtout pour ce qui est des systèmes distribués. Au-delà de notre travail à caractère fondamental, un effort particulier est destiné à la modélisation des systèmes complexes qui est fortement liée aux diverses applications considérées par notre groupe dans le cadre de programmes de collaboration nationales ou internationales.

L'activité en théorie des systèmes se trouve à la frontière des mathématiques, de l'informatique et de l'automatique. Elle est enrichie par un va-et-vient entre recherche fondamentale et applications. On y explore de nouvelles techniques et des approches méthodologiques pour la modélisation,

l'analyse et le contrôle des systèmes. Au niveau des applications, la théorie des systèmes peut apporter une aide à la décision pour un large public se trouvant aussi bien dans le secteur industriel, dans le domaine du vivant ou même dans les domaines socio-économiques ou financiers. Elle englobe également des techniques d'optimisation utilisées pour garantir la prise de meilleures décisions compte tenu de l'environnement et des coûts et impact futur des différents choix faits ou à faire.

Plus concrètement, la théorie des systèmes consiste en un ensemble de techniques de raisonnement et d'outils mathématiques au service d'un système, en vue d'une meilleure description de ce système et d'une meilleure compréhension de son fonctionnement. La modélisation est la première étape dans la démarche en théorie des systèmes qui conduit à l'étude de certains concepts d'analyse et de contrôle (commande) des systèmes comme par exemple; amener un système d'un état initial donné à un certain état final en un horizon de temps fini, en respec-



Situation réelle de feux de forêt à confronter avec les simulations du modèle obtenu pour les besoins de validation

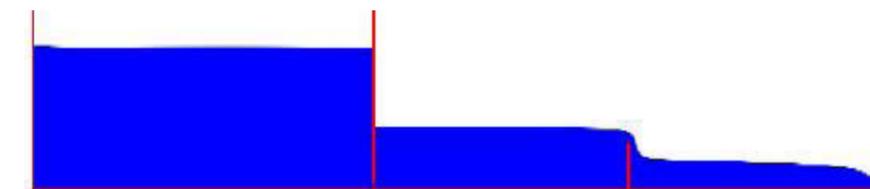
tant éventuellement certains critères (contrôlabilité), stabiliser un système pour le rendre insensible à certaines perturbations (stabilisabilité) ou déterminer des solutions optimales pour un certain critère d'optimisation (contrôle optimal).

L'intérêt croissant de la modélisation spatiale est essentiellement motivé par une large variété de processus biologiques, environnementaux ou en médecine pour lesquels la variable spatiale ne peut plus être écartée. Les systèmes obtenus évoluant dans le temps et dans l'espace et interagissant avec leur environnement à travers des actions et des mesures sont appelés systèmes distribués. Leur description mathématique est basée en général, sur des équations dites aux dérivées partielles (EDP), linéaires ou non linéaires, continues ou discrètes, déterministes ou stochastiques.

Nourries par des applications réelles, les recherches en théorie des systèmes distribués ont été largement alimentées au cours des dernières années, par de nouveaux concepts d'analyse et de contrôle. La modélisation

mathématique des dynamiques spatio-temporelles qui font apparaître un phénomène de croissance tels que la propagation de maladies dans une population, la propagation des feux de forêt, les dynamiques d'invasion, croissance de tumeur, immunothérapie, ont conduit à la formalisation d'un concept original d'analyse qui décrit ces phénomènes, appelé étalabilité. Ces phénomènes de croissance engendrent souvent des structures et formes complexes. La recherche de dynamiques simples capables de faire émerger cette complexité est d'une grande importance. C'est le but du concept mathématique d'étalabilité qui a permis de déterminer des systèmes basés sur une description microscopique et qui font émerger au niveau macroscopique une propriété spatiale viable et qui se maintient au cours du temps.

Les systèmes distribués sont des systèmes complexes qui exigent pour leur étude l'utilisation



Exemple en ingénierie : modélisation des écoulements dans les canaux d'irrigation. L'image montre une simulation de l'écoulement dans un canal à deux biefs avec une vanne et un déversoir à travers un modèle de type LB. Le modèle a été validé grâce aux mesures effectuées sur un canal expérimental servant de prototype.

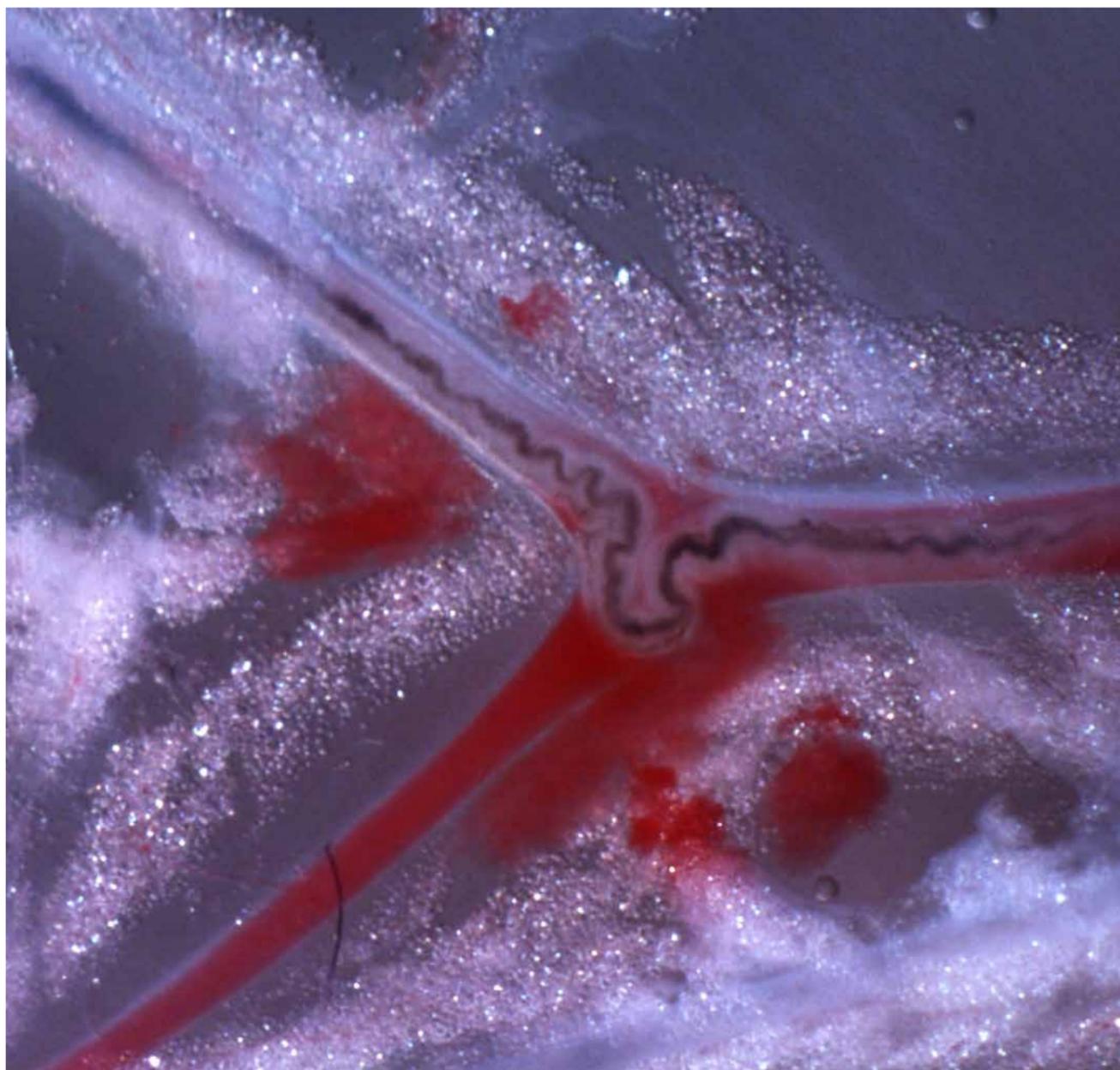
d'outils mathématiques rigoureux. Les entrées-sorties connues sous le nom d'actionneurs et capteurs dépendent généralement des variables temps et espace. Ce qui rend difficile une analyse théorique de ces systèmes. D'où l'intérêt de développer des modèles numériques pour simuler le comportement de ces systèmes en vue de prédire leur évolution. Dans cette perspective, l'ordinateur a joué un rôle prépondérant. Avec l'avènement des nouveaux calculateurs de plus en plus performants, d'énormes

quantités d'informations, notamment pour les modèles spatialisés, sont bien représentées, stockées et traitées.

Dans ce contexte, notre groupe a orienté ses recherches au milieu des années 90 vers le développement de nouvelles approches de modélisation pour les systèmes complexes. Les automates cellulaires (AC) et leurs variantes comme les lattices Boltzmann (LB) ont été alors considérés pour la modélisation et la simulation des systèmes distribués et se sont également imposés dans beaucoup de situations comme une bonne alternative à la classique représentation par modèles d'état à paramètres distribués sous formes d'EDP.

Soulignons enfin que la richesse de notre activité, aussi bien au niveau méthodologique qu'au niveau des applications est étroitement liée à nos diverses collaborations. Au-delà de notre implication au niveau national

(GDR Automatique, LCIS, INRIA), nous émergeons au niveau international dans des réseaux ou programmes sur les systèmes distribués (réseau Théorie des systèmes, European HCM network, Polonium, Lucifer). Au sein de IMAGES, des activités en modélisation du phénomène d'acidification des océans ou encore des dynamiques spatialisées de population se poursuivent. C'est également dans ce cadre collaboratif que s'est opéré notre rapprochement avec l'UMR Espace-Dev à Montpellier.



Couple de schistosomes (parasite de l'homme) dans un capillaire sanguin, leur lieu de reproduction
 Photo réalisée par Jérôme BOISSIER, 2Ei,
 tirée du corpus des 26 photos de l'exposition UPVD Recherche au Visa Off 2013, nommée pour le prix Arago

FONCTIONNEMENT DU VIVANT ET ÉCOLOGIE

Les changements globaux, que notre planète subit aujourd'hui, sont à l'origine de perturbations majeures qui affectent le fonctionnement des organismes vivants, érodent la biodiversité et déstabilisent les écosystèmes. Un des challenges de la biologie d'aujourd'hui est d'appréhender de manière intégrée différentes échelles d'investigation en partant des mécanismes moléculaires les plus fins à des niveaux d'organisation supérieurs (populations, écosystèmes). Ceci permettra de disposer des moyens d'agir, de surveiller ou de prédire le vivant de demain.

La science du trail - 44

Les peptides naturels : un don de la nature pour les médicaments de demain - 46

Biomphalysine, une toxine anti-parasitaire du mollusque héritée d'une bactérie - 48

Voyage au centre des Génomes - 50

Une station d'Ecologie Expérimentale au CRIOBE pour l'étude des récifs coralliens - 52

La science du trail

LPSA

Fabienne DURAND
Professeur UPVD

Contact :
fdurand@univ-perp.fr

© photos : LPSA

Comment la recherche scientifique participe-t-elle au développement des connaissances d'une pratique sportive devenue phénomène de société ?



Photo 2 : Le départ de la Kilian Classik à Font-Romeu : plus de 320 coureurs au départ des 45 km

Depuis une dizaine d'années, force est de constater que de nombreux athlètes s'orientent vers de nouvelles activités d'endurance, voire d'ultra endurance.

Ainsi le monde de la course en montagne ou trail est en plein essor. La course qui fait référence dans ce milieu est l'Ultra Trail du Mont Blanc : 9400 mètres de dénivelé positif et quelque 166 km en montagne mais on ne compte plus le nombre de trails organisés chaque week-end. Une analyse des assises de la montagne portant sur quelques trails français montre la variation du nombre de coureurs entre deux éditions successives et l'exemple de l'Ultra Trail du Mont-Blanc est probant : +37%.

Si le nombre des participants est en croissance au fil des ans, il est également à noter l'apparition de plusieurs nouveaux formats de courses de montagne destinés à satisfaire plusieurs catégories de coureurs en variant les composantes de l'offre (dénivelés, type et longueur des parcours,

par équipe, en relais etc...). Exigeant sur le plan physique avec des heures d'effort en altitude dans des conditions thermiques variables, exigeant psychologiquement avec la gestion de la fatigue et du sommeil, que se passe-t-il lors d'un trail et qui sont les traileurs ? Ce sont actuellement les questionnements scientifiques qui alimentent les recherches du laboratoire Performance Santé Altitude (LPSA) de l'UPVD.

Trail et composition corporelle : une histoire d'eau !

La déshydratation consécutive à la réalisation d'un exercice augmente les contraintes physiologiques ainsi que l'effort perçu pour accomplir un même exercice, et lors d'un exercice en ambiance thermique chaude, ce phénomène est exacerbé. L'American College of Sport Medicine, référent en la matière, considère qu'une déshydratation au-delà de 2% de la masse corporelle peut affecter les performances d'endurance.

En dehors de ces conséquences sur la performance, une déshydratation aux alentours des 3-4% de perte de poids peut entraîner un état de confusion, voire des troubles de la conscience. Bien connue sur des distances extrêmes de plus de 100 km du fait de nombreuses études menées lors de la Western States (le trail le plus connu aux USA, 161 km, 6000 mètres de dénivelé positif), l'évolution

Exigeant sur le plan physique avec des heures d'effort en altitude dans des conditions thermiques variables, exigeant psychologiquement avec la gestion de la fatigue et du sommeil, que se passe-t-il lors d'un trail et qui sont les traileurs ?

de la déshydratation sur des trails plus courts est moins explorée. Lors de la Kilian Classik organisée à Font-Romeu, (45 km, 1700 mètres de dénivelé positif, altitudes comprises entre 1800 et 2600 mètres), des coureurs qui ont parcouru la course en 6h29 en moyenne ont perdu 3.99% de poids corporel. Les pertes d'eau extracellulaires et intracellulaires sont significatives malgré une hydratation moyenne de 2,8 litres. Malgré ces niveaux de déshydratation, les coureurs ne présentaient pas de signes de confusion à l'arrivée, preuve d'adaptations particulières qui restent encore à découvrir...

Le profil des traileurs : qui sont ces fondus ?

La dépendance à l'exercice physique se définit comme la participation à un exercice physique entraînant un comportement compulsif et incontrôlable envers cet exercice. Il se manifeste à travers des symptômes physiologiques (blessures à répétition...) et psychologiques (affects négatifs si incapacité à pratiquer). Les résultats du LPSA rapportent que les ultra-traileurs ne présentent pas une dépendance à l'exercice plus élevée que les coureurs de moins longues distances. Cepen-

dant, ils ont des scores plus importants au caractère « ouverture » et « extraversion » au test de personnalité.

« L'ouverture » qualifie l'ultra-traileur comme une personne plus curieuse, imaginative, non conventionnelle, centrée sur l'action et les valeurs. La recherche de beaux paysages et de liberté à travers le trail traduit ce caractère.

« L'extraversion » qualifie l'ultra-traileur comme une personne plus sociable que la moyenne, énergique, aventureuse, enthousiaste, expansive, active, autoritaire. La recherche de découverte d'un parcours, d'un massif, d'une région traduit le caractère aventureux de l'extraversion. Les scores d'addiction à l'exercice et des conduites à risque sont en revanche plus marqués chez les jeunes (18-25 ans). Ils présentent aussi des scores plus élevés :

- a) de motivation intrinsèque liée à la connaissance (découvrir de nouvelles techniques d'entraînement) et à l'accomplissement (maîtriser certaines techniques)
- b) de motivation extrinsèque introjectée (faire du sport pour se sentir bien)
- c) de motivation extrinsèque par régulation externe (pour être bien vu).

Technique de montée et adaptations physiologiques : on n'est pas des isards !

Un format spécifique de trail est la montée sèche, dont le nom est assez explicite. Deux techniques sont utilisées : monter avec des bâtons qui permettent de pousser en gardant le

buste droit ou au contraire, monter sans bâtons en se penchant en avant et en appuyant sur les cuisses avec les mains (voir photo 1). Cette dernière technique amenant le coureur au plus près du terrain, un presque « 4 pattes » très animal ! Des résultats préliminaires rapportés lors d'une course de 680 mètres avec 250 mètres de montée

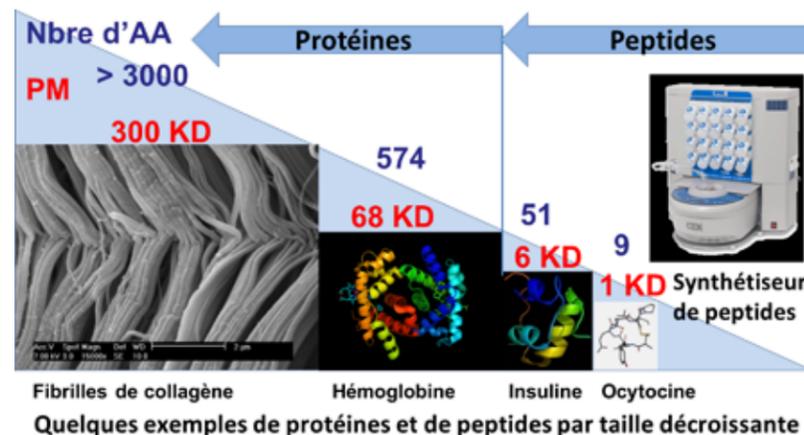


Photo 1 : Une montée sèche sans bâtons lors d'une recherche scientifique avec mesure de différents paramètres physiologiques.

sèche, indiquent que cette technique de montée ne semble pas optimale pour la fonction ventilatoire. En effet, sans bâtons, la quantité d'air qui entre dans les poumons par minute (ventilation globale) est diminuée de 6% tandis que la fréquence respiratoire est augmentée de 11% comparé à la condition avec bâtons, au maximum de l'effort. Ce fonctionnement respiratoire superficiel, alors que le cœur est toujours capable d'atteindre la même fréquence cardiaque maximale, diminue la capacité aérobie (VO2max) de 5% en moyenne. La performance étant elle diminuée de 12 secondes sur un temps de course d'environ 10 minutes... de quoi faire la différence sur un podium !

Les peptides naturels : un don de la nature pour les médicaments de demain

LCBE

Nicolas INGUIMBERT
Professeur UPVDContact :
nicolas.inguibert@univ-perp.frFinancements : ANR Salsa 2011-2013,
Ligue Nationale Contre le Cancer, BQR
de l'UPVD

Explorer l'interaction de peptides issus du milieu marin avec leurs cibles biologiques : une longue route pleine de surprise.

Si l'on considère la composition biochimique de l'organisme humain, après l'eau ce sont les protéines et les peptides qui constituent la part la plus importante. Comme leur nom l'indique les protéines (du grec prôtos : essentiel, premier) sont essentielles à la vie et participent à la structuration des organismes comme le collagène un constituant de la peau et des tendons, la kératine trouvée dans les ongles et les poils ou encore l'actine et la myosine acteurs clés de la contraction musculaire. A ces protéines structurales sont associées des protéines fonctionnelles intervenant dans la régulation des processus biologiques comme l'hémoglobine qui assure le transport de l'oxygène et dont la structure tridimensionnelle, c'est-à-dire l'agencement spatial des atomes qui la constitue a été résolue en 1957, découverte couronnée par le prix Nobel de chimie en 1962. Il est impossible d'énumérer ici l'ensemble des prix Nobel ayant trait aux protéines et aux peptides, toutefois on peut estimer que 10% des prix en chimie et en médecine ont été attribués à des recherches portant sur des pro-

téines, comme les anticorps qui ont un rôle clé dans l'immunité, les enzymes catalyseurs des réactions cellulaires, les toxines poisons des organismes et les hormones substances messagères. Les protéines interagissent avec une armada de molécules de taille plus petite, les peptides, ce qui assure en partie la communication intracellulaire. Les peptides et les protéines sont des polymères constitués d'un enchaînement répété d'acides aminés (AA) reliés entre eux par une liaison peptidique et ils peuvent être classés en fonction de leur taille et de leur poids moléculaire (PM) qui est fonction du nombre d'AA.

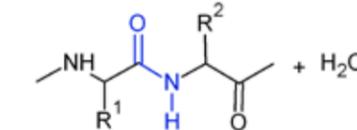
Les organismes vivants utilisent vingt acides aminés qualifiés de naturels ou protéinogéniques qui se distinguent par une chaîne latérale R variable qui peut être de nature hydrophile, hydrophobe, acide ou basique. Cet alphabet de 20 lettres permet de multiples combinaisons ainsi pour un peptide de 10 AA formé à partir des 20 AA naturels 10240 milliards de combinaisons sont possibles, or les protéines contiennent généralement un nombre d'acides aminés bien supérieur, ce qui

se traduit par une grande diversité de fonction. L'enchaînement des acides aminés défini comme la séquence primaire de la protéine, loin d'être aléatoire conditionne sa fonction. Des interactions faibles de types dipôles-dipôles ou liaison hydrogène entre les groupements R des chaînes latérales vont également induire son repliement en une structure tridimensionnelle globulaire correspondant à sa forme active.

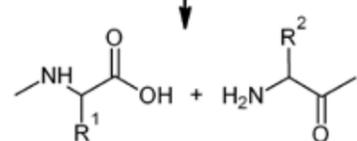
Représentation simplifiée de la liaison amide et nature de sa chaîne latérale R



Hydrolyse de la liaison amide



Liaison amide

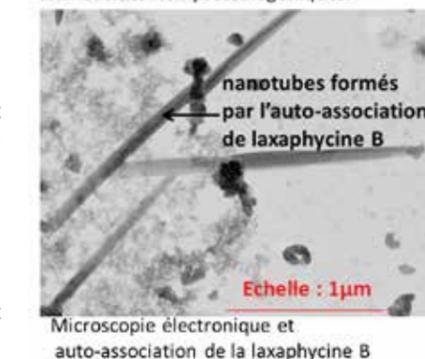
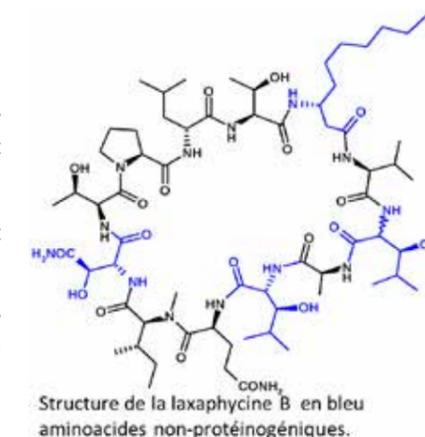


Afin d'illustrer la variabilité importante de cette classe de molécules tant au niveau de leurs séquences que d'un point de vue structural, une approche très originale a consisté à mettre les protéines en musique en associant à chaque acide aminé une note conduisant ainsi à une partition propre à chaque protéine : c'est la protéodie (contraction des mots protéines et mélodie). Les plus curieux des lecteurs trouveront une illustration de ce concept et des notions précédentes à l'adresse suivante : <http://education.expsy.org/bioinformatique/Atelier4.html>. Une application de cette invention brevetée, que certains pourraient qualifier de farfelu, porte sur l'effet

de la protéodie sur les plantes dans le cadre de l'amélioration des cultures (www.terre.tv/fr/109_des-proteines-musicales). Les plus jusqu'au boutistes peuvent alors imaginer que l'on puisse stimuler musicalement les protéines réparatrices de l'ADN pour soigner les cancers.

Après ce bref interlude, concentrons-nous sur les peptides, arbitrairement définis comme contenant moins de 50 acides aminés. Ces derniers peuvent aussi présenter une grande variété d'effets biologiques, ainsi l'ocytocine, hormone de l'amour est un déclencheur de l'accouchement alors que la vasopressine qui possède, à deux acides aminés près une séquence identique, a un effet antidiurétique et vasoconstricteur. Dans les deux cas l'effet physiologique de ces peptides cesse peu de temps après leur libération car ils sont dégradés par des enzymes qui les coupent en fragments de plus petite taille dénués d'activité. Ce phénomène d'hydrolyse enzymatique n'est pas sans poser de problème dans le cas de l'utilisation de peptides à des fins thérapeutiques car étant faiblement biodisponibles, ils doivent être injectés et sont ensuite rapidement dégradés. Un des moyens de contourner ce problème d'hydrolyse de la liaison amide, cause principale de l'instabilité des peptides, est de la remplacer par une liaison plus stable, c'est-à-dire non hydrolysable, ou d'utiliser des peptides possédant dans leur séquence des acides aminés non-protéinogéniques qui ne seront pas reconnus par les enzymes protéolytiques. C'est une des approches que nous développons au sein du LCBE en recherchant dans les organismes marins des peptides contenant des acides aminés non-protéinogéniques et présentant une activité anti-cancéreuse tel la laxaphycine B dont nous avons récemment développé la synthèse à l'aide d'un automate de synthèse peptidique permettant en cinq heures de générer un peptide d'une dizaine d'acido-

amides, cet appareillage a servi dans le cadre de collaboration interne à l'UPVD à l'obtention de peptides et est accessible sur demande¹⁻². A notre grande surprise, le mécanisme par lequel l'effet cytotoxique de la laxaphycine B s'exerce, semble lié à sa propriété à s'auto-assembler en des nanotubes micrométriques que nous avons pu visualiser par microscopie électronique. Ces résultats récents restent à confirmer.



Publications :

(1) BOYAUD, F.; VIGUIER, B.; INGUIMBERT, N. Synthesis of a Protected Derivative of (2R,3R)-B-Hydroxyaspartic Acid Suitable for Fmoc-Based Solid Phase Synthesis. Tetrahedron Lett. 2013, 54, 158-161.

(2) BOYAUD, F.; MAHIOUT, Z.; LENOIR, C.; TANG, S.; WDJIECZAK-BAKALA, J.; WITCZAK, A.; BONNARD, I.; BANAIGS, B.; YE, T.; INGUIMBERT, N. First Total Synthesis and Stereochemical Revision of Laxaphycin B and Its Extension to Lyngbyacyclamide A. Org. Lett. 2013, 15, 3898-3901.

Biomphalysine, une toxine anti-parasitaire de mollusque héritée d'une bactérie

2Ei

David DUVAL
Maître de Conférences UPVD

Benjamin GOURBAL,
Maître de Conférences UPVD

Guillaume MITTA,
Professeur UPVD

Contacts:
david.duval@univ-perp.fr
benjamin.gourbal@univ-perp.fr
mitta@univ-perp.fr

Financements : CNRS, UPVD et ANR
(Schistophepigen)

© photos : David DUVAL



Le parasite *Schistosoma mansoni* découpé virtuellement par microscopie confocale. (Acquisition d'une série de sections optiques dans l'axe vertical Z, Plateforme Technoviv de l'UPVD)

La bilharziose est une maladie parasitaire humaine qui, selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) affecte 250 millions de personnes et entraîne près de 300 000 morts par an. Elle est provoquée par des vers plats appelés schistosomes, et notamment une espèce *Schistosoma mansoni*, responsable de la bilharziose intestinale en Afrique et en Amérique du Sud en région intertropicale. Le cycle de vie du Schistosome fait intervenir deux hôtes successifs, l'homme bien sûr en tant qu'hôte définitif où le parasite réalise une reproduction sexuée, et, un mollusque gastéropode d'eau douce, *Biomphalaria glabrata*, qui lui sert d'hôte intermédiaire dans lequel le parasite se développe et se multiplie de manière asexuée. L'escargot *B. glabrata* a développé des mécanismes de défense cellulaire et humoraux pour lutter contre ce parasite et tenter de l'éliminer. A l'inverse, le parasite va chercher à contrer le système immunitaire de son hôte en se camouflant et/ou en luttant contre les mécanismes effecteurs de son hôte mollusque. Ces deux protagonistes se

livrent alors à une véritable course aux armements qui aboutira à une dynamique co-évolutive entre les deux espèces conduisant selon le cas au succès de l'infestation par le parasite ou bien à l'élimination de ce dernier par le mollusque.

Afin de caractériser les molécules clés de cette interaction hôte/parasite, une approche d'interactome a été réalisée en mélangeant des extraits protéiques de parasite et les protéines plasmatiques du mollusque afin d'identifier et d'analyser les complexes immuns se formant lors de ces interactions. Plusieurs molécules déjà connues pour être impliquées dans les interactions immunobiologiques dans ce modèle ont pu être identifiées. Toutefois, une protéine tout à fait nouvelle a pu être identifiée chez ce mollusque. Il s'agit d'un facteur de virulence principalement décrit chez les bactéries, et appartenant à la famille des aérolysines ; c'est la raison pour laquelle cette protéine a été nommée biomphalysine en référence au nom de l'escargot. Alors que cette dernière présente une

faible similarité de séquence avec ces aérolysines, la structure tridimensionnelle de son domaine fonctionnel est très conservée. Ce domaine organisé en une succession de feuillettes β caractéristique de la famille des toxines de type β -PFT (Pore Forming Toxin) est indispensable pour interagir et s'insérer dans la membrane de la cellule cible afin de former un pore qui provoquera une lyse et la mort cellulaire (Figure 1). Une approche phylogénétique réalisée à partir d'un ensemble de toxines apparentées provenant d'espèces diffé-

tal par opposition au transfert vertical (transmission d'un caractère de génération en génération) a donc été ici un formidable moteur d'évolution qui a donné un avantage sélectif au mollusque avec cette nouvelle arme dans son arsenal anti-schistosome.

Cette biomphalysine produite de manière constitutive par les hémocytes, les cellules immunitaires du mollusque, agit comme une sentinelle guettant ainsi toute invasion de *S. mansoni*. Lorsque ce dernier pénètre dans les tis-

qu'il nous reste encore à identifier. De plus, l'analyse récente du génome de *Biomphalaria* révèle l'existence d'une dizaine de gènes apparentés à celui de la biomphalysine formant donc une famille multigénique impliquée dans les mécanismes de défense du mollusque. L'origine bactérienne ou non, la spécificité et la fonction de ces différentes protéines apparentées à la biomphalysine constitue un nouveau challenge pour notre équipe de recherche.

D'un point de vue appliqué, ces résultats sont importants car c'est la première fois qu'est décrite, chez un organisme multicellulaire, une protéine présentant une activité anti-schistosome. Ces résultats ont été publiés en mars 2013 dans la revue PLOS Pathogens.

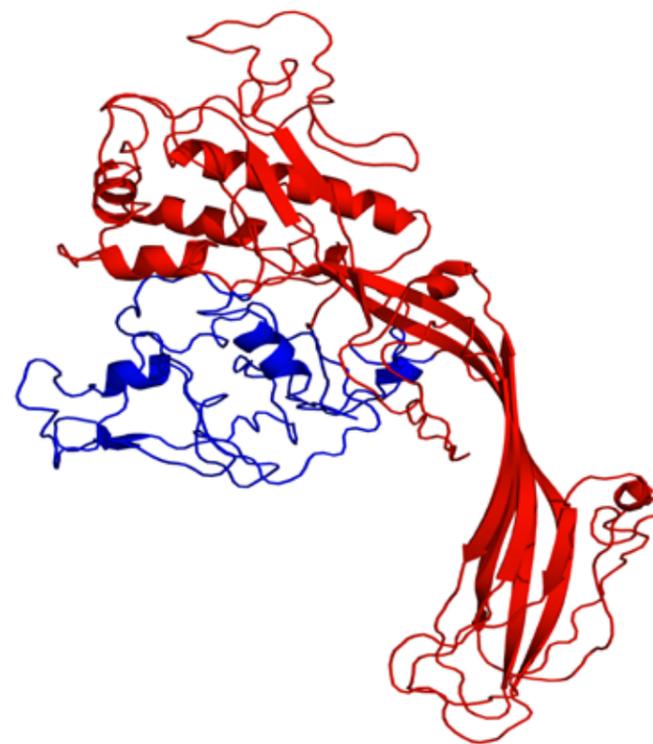


Figure 1 : Modélisation de la structure en 3D de la biomphalysine. Cette protéine cytolytique est organisée en 2 lobes ; en rouge, le domaine aérolysine commun à l'ensemble des toxines de type β et en bleu, un domaine pour lequel aucun motif fonctionnel n'a été caractérisé.

rentes suggère fortement que ce mollusque gastéropode *B. glabrata* a hérité la biomphalysine d'une bactérie et a mis à profit cette molécule pour lutter activement contre ses pathogènes et plus particulièrement *S. mansoni*. Ce transfert de gène qualifié d'horizon-

nal de son hôte, cette protéine se lie au tégument du parasite afin de s'assembler et former un pore transmembranaire destiné à tuer l'intrus (Figure 2). Néanmoins, l'activité de cette protéine effectrice de la réponse immunitaire requiert l'action d'un facteur plasmatique

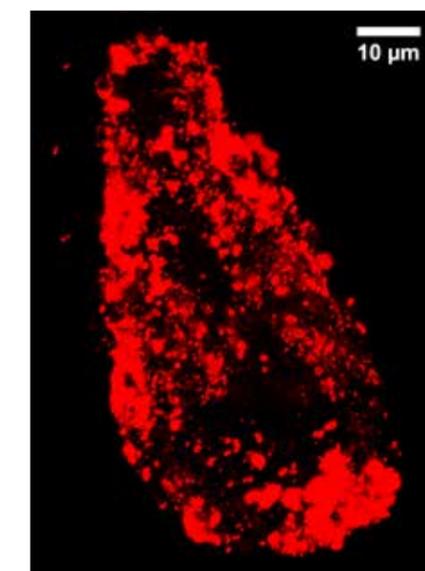


Figure 2 : Interaction entre la biomphalysine et le parasite *Schistosoma mansoni*. Une immunolocalisation a permis de détecter la biomphalysine (en rouge) au niveau du tégument du sporocyste de *Schistosoma mansoni*, le stade intramolluscal. Cette fixation induit la mort du parasite par la formation de pores transmembranaires. Cette image 3D a été reconstruite à partir des clichés d'immunofluorescence obtenus à l'aide d'un microscope confocal de la plateforme Technoviv de l'UPVD associant l'UMR 5096 « Génome des plantes » et l'UMR 5244 « Ecologie et Evolution des Interactions ».

Voyage au centre des Génomes

LGDP

Olivier PANAUD
Professeur

Contact: panaud@univ-perp.fr

Site internet : www.panaudlab.org

© photo : Marie MIROUZE



Belles de nuits (*Mirabilis jalapa* L.) dont la variéation de la couleur des pétales est causée par l'insertion d'un transposon dans un gène de pigmentation. En sautant au cours du développement de la fleur, cet élément modifie l'expression du gène, ce qui conduit à une modification de la couleur d'un segment entier de pétale. Ces deux fleurs appartiennent à une même plante ! Photo prise au Mas Chabry à Perpignan

Les gènes volants : mise en évidence de la dissémination des éléments transposables chez les plantes par transfert horizontal.

Dans son numéro du 25 Avril 1953, la revue *Nature* publiait un article de deux pages qui allait révolutionner le domaine de la Biologie. Il s'agissait de la découverte par James Watson et Francis Crick de la structure de la molécule d'ADN. Les auteurs écrivaient en introduction cette phrase désormais célèbre : « *Cette structure a de nouvelles caractéristiques d'un intérêt biologique considérable* » (!). Presque 50 ans plus tard, le 26 Juin 2000, le président américain Bill Clinton annonçait dans le salon d'honneur de la Maison Blanche que le génome humain venait d'être séquencé. Ce projet a duré 15 ans et coûté 2,7 Milliards de dollars. Depuis, tout s'est accéléré : grâce aux nouvelles technologies de séquençage, il est désormais possible de faire « séquencer » son propre génome pour moins de 1000 euros en

quelques jours. Le nombre d'espèces de plantes et d'animaux dont le génome est disponible dépasse la centaine et *LE* génome humain dont on avait annoncé la séquence quelques années plus tôt fait aujourd'hui partie d'une vaste collection de plusieurs milliers d'individus de notre espèce. Jamais dans l'histoire des Sciences un domaine n'a connu un tel essor grâce à un développement technologique. La génomique se décline aujourd'hui en de nombreuses spécialités dont on est loin d'avoir anticipé toutes les retombées sociétales et économiques.

Les biologistes ont donc aujourd'hui à leur disposition d'énormes ressources génomiques qui devraient en théorie les aider à comprendre le fonctionnement du vivant, du niveau de l'individu jusqu'à celui des écosystèmes. Mais qu'en est-

il exactement ? On oublie trop souvent qu'une séquence génomique, d'aussi bonne qualité soit elle, n'est qu'un premier pas vers la connaissance complète de la fonction des 30 000 gènes nécessaires à un organisme pour se développer et se reproduire. La leçon principale que l'on retiendra des premiers programmes de génomique est que, justement, ces gènes sont souvent largement minoritaires dans le génome des eucaryotes supérieurs (les plantes et les animaux), au profit d'un autre type de séquence d'ADN, les éléments transposables. Ces éléments, découverts il y a plus de cinquante ans par Barbara McClintock, généticienne américaine et prix Nobel de médecine, sont des petites séquences (de quelques centaines à quelques milliers de nucléotides -pour rappel le génome humain en compte trois milliards-) capables de se déplacer dans le génome. Un type particulier d'élément transposable, les rétrotransposons, ont la particularité de se déplacer en se dupliquant. Dans certains cas, ces éléments peuvent littéralement envahir les chromosomes de leur génome hôte, comme chez l'homme où l'on retrouve plus de 100 000 copies de l'élément L1. A ce titre, ces séquences sont parfois qualifiées de parasites génomiques. Pourtant, même s'il arrive que le mouvement des éléments transposables dans le génome soit responsable de mutations aux effets délétères (l'élément L1 est la première cause de cancer du colon chez l'homme), personne n'a jamais pu établir avec certitude un effet négatif sur leur hôte à l'échelle de l'espèce. De

récentes études ont d'ailleurs montré que la grande majorité des éléments transposables d'un génome sont maintenus à l'état inactif par plusieurs mécanismes cellulaires, agissant comme des verrous de l'activité transpositionnelle et garantissant ainsi l'intégrité du génome. Ces séquences rendues inactives sont ensuite très rapidement éliminées du génome en étant délétées. Mais alors, comment expliquer le succès évolutif des éléments transposables, comme l'atteste leur présence chez presque tous les être vivants ?

L'équipe « Analyse du Génome et Evolution » du LGDP vient de faire une découverte qui pourrait expliquer le succès évolutif des éléments transposables dans le monde vivant : en se basant sur une étude comparative des 43 génomes de plante séquencés jusqu'à présent, les chercheurs de cette équipe ont identifié plusieurs familles d'éléments transposables présentant une forte ressemblance chez des espèces pourtant très divergentes. C'est le cas par exemple d'un rétrotransposon trouvé à la fois chez le palmier et la vigne, alors que ces deux espèces ont divergé il y a plus de 150 millions d'années. Les différences (mutations) accumulées dans les génomes de ces deux espèces sur une telle durée évolutive font qu'en moyenne, leurs gènes présentent une identité de séquence inférieure à 70 %. Or, les rétrotransposons de cette famille sont identiques à plus de 90 % entre ces deux espèces ! Ceci ne peut s'expliquer que par un transfert très récent de

ces éléments d'un génome à l'autre. Une telle transmission d'information génétique entre espèces ne pouvant se reproduire par voie sexuée est appelée transfert horizontal. En considérant que les espèces de plantes dont le génome est séquencé représente un échantillonnage aléatoire, les auteurs de ce travail estiment qu'au total plus de deux millions de transferts horizontaux auraient eu lieu chez les plantes à fleur dans un passé récent. Ce processus de transmission des éléments transposables entre espèces de plantes pourraient ainsi expliquer leur survie en leur permettant d'échapper au contrôle mis en place par leur génome hôte puis de se multiplier dans un nouveau génome « naïf ».

Cette découverte surprenante illustre à quel point les avancées de la génomique peuvent parfois conduire à un ré-examen des principes fondamentaux de la biologie (ici la transmission verticale de l'hérité, mais la littérature récente en fournit d'autres exemples). La « révolution génomique », comme on l'écrit parfois, est en marche. En cassant certains dogmes ou en renforçant d'autres, elle nous aidera à mieux comprendre le monde qui nous entoure et, on l'espère, à mieux le préserver.

Olivier PANAUD est co-responsable de l'équipe « Analyse du Génome et Evolution » au laboratoire Génome et Développement des Plantes. L'équipe AGE travaille sur l'impact de ces éléments transposables sur la structure, la fonction et l'évolution du génome des plantes.

Publication :

El Baidouri et al. (2014) Widespread and frequent horizontal transfers in plants. *Genome Research* (en révision).

Une Station d'Ecologie Expérimentale au CRIOBE pour l'étude des récifs coralliens

CRIOBE CNRS EPHE

Serge PLANES
Directeur de Recherche CNRS

Véronique BERTEAUX-LECELLIER
Chargée de Recherche CNRS

Contacts:
planes@univ-perp.fr
veronique.bertheaux@criobe.pf

Financements : Contrat de projet Etat-Territoire ; l'INEE ; l'EPHE ; la Fondation Total ; la SA Beachcomber

© photos : H. ROUZÉ, F. LEROUVREUR, A. MERCIÈRE



Figure 2 : Pépinière de coraux du CRIOBE, nettoyage de jeunes boutures

Pépinières et transplantations de jardins, récifs artificiels et mésocosmes : une Station d'Ecologie Expérimentale (SEE) au CRIOBE en Polynésie française dédiée à l'étude des récifs coralliens

Les événements massifs de blanchissements coralliens de plus en plus fréquents, une recrudescence des maladies coralliennes, des changements de la taille et de la diversité des poissons ne sont que quelques exemples des premiers effets des changements environnementaux, naturels et anthropiques, que subit notre planète. Ces modifications des conditions environnementales provoquent en premier lieu une réponse cellulaire propre à chacun des organismes récifaux, réponse qui se traduit, à terme, par un changement plus ou moins marqué des communautés coralliennes et des paysages récifaux. Dans ce contexte, de nombreuses études sont menées afin d'évaluer les impacts et les possibilités d'adaptation des coraux à ces changements. Toutefois, l'ensemble des données acquises grâce aux suivis *in situ*, qui fournissent, en lien avec les facteurs environnementaux, un « bulletin de santé » annuel des récifs, ne permettent pas vraiment de prédire l'évolution future de ces organismes face aux changements globaux. Quant aux études de l'impact de l'augmentation de la température de

l'eau ou d'autres facteurs, expériences indispensables à la compréhension de la réponse physiologique des coraux face à ces variations environnementales, elles sont généralement réalisées *in vitro*, en circuit fermé en aquarium et les coraux utilisés, bien souvent maintenus en aquarium depuis des années. Ces conditions d'étude restent donc artificielles. Pour pallier cela, des suivis *in situ* plus complexes se développent, prenant notamment en compte la diversité des organismes vivant avec les coraux. Une telle démarche a par exemple, permis de mettre à jour à Moorea, un rôle « protecteur » d'une algue symbiotique des coraux, de genre *Symbiodinium*, contre une maladie des coraux (Figure 1) et qui semble aussi les protéger d'une bactérie du genre *vibrio* (PhD H. Rouzé, CRIOBE). Mais ces suivis restent tributaires des conditions environnementales naturelles.

Afin de donner plus de réalité aux études menées sur les récifs coralliens, tout en offrant la possibilité de tester certains paramètres environnementaux, le CRIOBE met en place une Station d'Ecologie Expérimentale (SEE)

« corail », labellisée par l'Institut National Ecologie et Environnement (INEE). Cette station, où pépinières, serres sous-marines, capteurs en continu et caméra en continu cohabiteront autour d'une plateforme de recherche, permettra aux chercheurs de tous horizons et de toutes spécialités, *via ses outils in natura* et des systèmes d'analyses disponibles au CRIOBE (e.g. analyse des sels nutritifs, pH, chlorophylle, etc...), d'étudier au mieux les récifs coralliens *in situ*. L'objectif finalisé étant qu'une meilleure compréhension des processus éco-physiologiques procurera des solutions innovantes pour re-dynamiser des écosystèmes dégradés dans des conditions environnementales difficiles.

Le premier élément à la base de ces approches *in natura*, a été l'élaboration d'une pépinière de corail témoin (Figure 2). Cette pépinière, construite par bouturages successifs de colonies coralliennes, permet de produire des clones de coraux, génétiquement identiques car issus d'une même colonie « mère » comme cela se fait pour



Figure 3 : Mini-jardins de coraux

de nombreuses plantes dans les jardins et pépinières. Ces clones de diverses espèces de coraux sont ensuite utilisés

pour élaborer différents types de structures: simples comme les mini-jardins de coraux, répliques parfaites les uns des autres (Figure 3) mais aussi des mini-récifs artificiels créés sur des structures métalliques de base qui se calcaient rapidement. Plus élaborés que les jardins, ces mini-récifs sont constitués non seulement de coraux mais aussi de bivalves, d'éponges etc. qui y sont fixés, voire même le tout couplé avec des poissons. Le but de ces mini-récifs est de copier autant que possible un récif naturel dans un espace délimité. Une fois créés, ces mini-jardins et récifs d'appellation anglophone « common garden », peuvent alors être transplantés dans différents habitats ; e.g. plus ou moins anthropisés. Les jardins étant des copies génétiques les uns des autres, il devient alors possible, en suivant l'état de santé des coraux, de déterminer l'influence du « profil génétique » des coraux étudiés sur leur capacité d'adaptation à un nouvel environnement. De plus, on sait que différentes espèces de coraux bâtisseurs de récifs peuvent présenter une sensibilité différente aux modifications de leurs condi-

présence d'autres organismes sur la résistance de l'écosystème corallien face au réchauffement. Les mini-récifs arti-



Figure 1 : Acropora cytherea malade

fiels permettent de tester l'influence de cette diversité et la nature des organismes qui les constituent (mollusques, algues, poissons...) sur leur résistance.

Sur la base de notre expérience de jardin coralliens *in situ*, il devient maintenant possible de mettre en place des structures sous-marines qui mimeront *in situ* les conditions futures de l'océan et permettront notamment d'étudier l'effet des changements climatiques comme des impacts anthropiques plus localisés. Ces structures semi-perméables (de type mésocosme) permettront de confiner partiellement l'écosystème récifal ou les mini-récifs artificiels en ayant la possibilité de maîtriser différents paramètres environnementaux de l'eau et d'en mesurer les conséquences physico-chimiques et physiologiques. L'ensemble de ces outils est l'ingénierie écologique à la base de la SEE qui devrait voir le jour en 2014.

tions environnementales mais on ne sait rien de l'influence qu'ils ont les uns sur les autres, ni de l'importance de la



Petit morceau d'un arc branchial de juvénile de bar (*Dicentrarchus labrax*) capturé dans la lagune de Salses-Leucate (Pyrénées-Orientales)
Photo réalisée par Raymonde LECOMTE, 2Ei,
tirée du corpus des 26 photos de l'exposition UPVD Recherche au Visa Off 2013, nommée pour le prix Arago

LA RECHERCHE À L'UPVD

18 laboratoires de recherche
430 enseignants-chercheurs et chercheurs
400 doctorants
84 ingénieurs, techniciens et administratifs de laboratoire
100 thèses de Doctorat soutenues tous les ans
10 Habilitations à diriger des recherches (HDR) soutenues tous les ans

2 Ecoles doctorales de site :

-E² Energie Environnement

-Inter-Med

1 Ecole doctorale cohabilitée :

Sciences Chimiques

4 Laboratoires d'excellence, LABEX :

AGRO, ARCHIMEDE, CORAIL, SOLSTICE

1 Equipement d'excellence, EQUIPEX :

SOCRATE

3 Plateformes technologiques :

TECNOVIV, BIO2MAR, SOCRATE

1 Centre de caractérisation de la matière, C2M

1 Centre d'essais solaire, CESP

2 Chaires d'Excellence mixtes Université/CNRS

L'impact socio-économique des
recherches de l'UPVD - 56

Les laboratoires - 58

L'impact socio-économique des recherches de l'UPVD

Matthieu MARTEL
Maître de Conférences UPVD
Vice-Président de la Valorisation de la Recherche UPVD

Contact:
matthieu.martel@univ-perp.fr

© photos : G. SARAGONI

Les recherches fondamentales et appliquées, loin de s'opposer, se complètent et s'enrichissent mutuellement. Les travaux des laboratoires de l'UPVD contribuent aussi à l'amélioration de notre quotidien.



Les recherches fondamentales menées à l'Université de Perpignan sont tout aussi nombreuses que variées, comme l'illustrent ce magazine mais aussi la quantité de publications scientifiques des chercheurs de l'établissement ou encore le nombre important de thèses soutenues chaque année et maintenant mises à l'honneur lors d'une cérémonie solennelle de remise des diplômes de Doctorat. Ces travaux scientifiques fondamentaux constituent le cœur de l'activité de nos laboratoires et la principale motivation de leurs membres. Ils se traduisent aussi, dans de nombreux cas, par des transferts technologiques et des applications directement utiles, ayant un impact tangible sur notre environnement socio-économique direct et plus éloigné.

Comme lors des années précédentes, en 2013, de nombreux partenariats ont encore été noués entre les laboratoires de l'université et des entreprises, des collectivités territoriales

ou autres institutions. S'il serait fastidieux de les énumérer, il n'en demeure pas moins instructif d'en présenter un échantillon représentatif afin de donner au lecteur une idée de la variété des domaines d'activité dans lesquels les recherches menées à l'UPVD trouvent leur utilité, loin des paillasses, des amphes et des bibliothèques.

L'environnement marin est un des domaines dans lesquels les re-



cherches menées à l'Université ont les retombées les plus significatives : étude

sur l'impact de la pêche récréative dans le parc naturel du Golfe du Lyon, étude sur la connectivité des aires marines protégées, avec la Fondation Total, mais aussi sur la structure géologique des

« Les travaux scientifiques fondamentaux constituent le cœur de l'activité de nos laboratoires (...) Ils se traduisent aussi, dans de nombreux cas, par des transferts technologiques et des applications directement utiles, ayant un impact tangible sur notre environnement socio-économique direct et plus éloigné. »

plateaux marins de Demerara au large de la Guyane, avec Shell et Total, ou encore sur la transformation des zones portuaires en véritables refuges pour les larves de poisson afin d'accroître la biodiversité de nos côtes (voir le site du projet Nappex, www.nappex.fr).

A côté des études en lien avec la mer, de nombreux autres projets ont



vu le jour en sciences en 2013, couvrant un large spectre allant de la prévention des risques sanitaires jusqu'aux technologies de l'information et de la communication : on rencontre ainsi, au fil des laboratoires, des projets de biocapteurs pour le dépistage de risques alimentaires (projet Européen du 7^{ième} programme cadre de recherche et développement), des études sur l'état sanitaire des anguilles dans les étangs de Salses et Leucate avec le Comité Régional des Pêches Maritimes (CRPMEM),

des recherches de nouvelles molécules d'intérêt d'origine naturelle en partenariat avec de grands groupes du secteur, mais aussi, en ouvrant la porte d'un quatrième laboratoire, des études

portant sur les logiciels de pilotage de panneaux solaires avec l'entreprise 3 E France.

Les sciences exactes et expérimentales ne détiennent cependant pas le monopole des recherches en partenariat : par exemple, à côté de la réalisation d'un documentaire sur la première guerre mondiale pour la Televisio de Catalonia ou de la participation à l'élaboration du référentiel géologique de la France pour le BRGM, en aménagement du territoire, plusieurs projets enthousiasmants ont débuté en 2013 concernant l'étude sociologique de la ville nouvelle du Moulin-à-Vent, avec la ville de Perpignan, ou les contraintes



spécifiques des projets urbains en espaces inondables, en collaboration avec le ministère de l'environnement et du développement durable.

Parfois, ces partenariats donnent l'envie aux enseignants-chercheurs qui y participent d'aller plus loin encore dans le transfert de tech-



nologies. Ainsi, plusieurs projets de création d'entreprises sont en gestation dans les murs des laboratoires de l'UPVD (certains étant déjà incubés dans les incubateurs régionaux). Sensible à cette orientation émergente de ses chercheurs et soucieux de l'accompagner au mieux tout en renforçant son ouverture envers le monde économique, l'établissement oeuvre pour la création d'un hôtel d'incubation, au centre du campus, au plus près des laboratoires, des plateformes technologiques, des étudiants, de la formation continue, ou encore de la fondation universitaire. Ce projet, structurant pour l'université de Perpignan, fera à n'en pas douter l'objet d'un article approfondi dans un des prochains numéros du présent magazine.

Les laboratoires



Cérémonie de remise de Doctorat. Promotion UPVD Claude Combes 6 novembre 2013
© photos : L. SEGUIER, S. GRAINDORGE

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 au sein de l'UMR 5506 CNRS-UM2
Informatique : Amélioration de la qualité numérique et de la haute performance des calculs.

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).

«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) : 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.

EPCC : Centre Européen de Recherches Préhistoriques de Tautavel, prochainement intégré à l'UMR 7194 CNRS-MNH-UPVD

Préhistoire : Etude du Paléolithique des populations fossiles, leurs cultures et leurs interactions avec le milieu. Fouilles 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.

CAPEM : Centre d'Analyse de l'Efficienc e et de la Performance en Economie et Management, EA UPVD 4606

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

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.

MEDI-TERRA : Equipe de Recherche en GéoEnvironnement, EA UPVD 4605. Prochainement intégré à l'UMR 7194 CNRS-MNH-UPVD

Géographie physique, paléoenvironnements, préhistoire : paysages et environnement, évolution quaternaire des reliefs, relations hommes-milieus de la Préhistoire à l'Actuel, montagnes, Méditerranée.

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.

LCBE : Laboratoire de Chimie des Biomolécules et de l'Environnement, EA UPVD 4215, prochainement USR CNRS-EPHE-UPVD avec le CRIOBE

Chimie analytique et organique : écologie chimique, caractérisation et activités pharmaceutiques sur les produits naturels marins, dégradation et impact des pesticides sur l'environnement, biopesticides.

CRIOBE : Centre de Biologie et Ecologie Tropicale et Méditerranéenne, USR 3278 CNRS- EPHE, prochainement USR CNRS-EPHE-UPVD avec le LCBE

Récifs coralliens : origine et maintien de la biodiversité, fonctionnement de l'écosystème. Implanté à Perpignan et à Moorea en Polynésie française.



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

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

Contact communication recherche
Service Communication et Culture UPVD
fabienne.py-renaudie@univ-perp.fr
33 (0)4 68 66 21 23

Création / réalisation : Service communication et culture UPVD
Impression : Encre Verte / Service reprographie UPVD

© Photos couverture : A. Meffre, G. Dejean, G. Saragoni,
J. Boissier, Y. Chancerelle, C. Perrenoud

