

microscop

Le magazine de la délégation CNRS Centre Limousin Poitou-Charentes



PHYSIQUE
Spatial : des matériaux
à rude épreuve



PHYSIQUE
L'aviron, entre mouvements
et contraintes



HISTOIRE
La pharmacopée
médiévale...

Environnement

- > SAAM, le bon samaritain
- > Le pétoncle, espèce sentinelle anti-pollution ?
- > Tout savoir sur les termites en région Centre
- > Les friches urbaines, atout ou faiblesse pour la ville ?



microscop

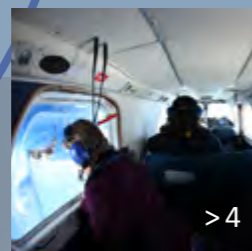
février 2015
n°71



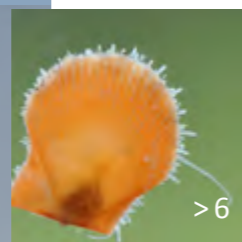
Photos couverture :

Arrière-plan : Observation par les hublots-bulles et saisie des données au-dessus des zones du plan d'échantillonnage © O. Van Canneyt < AAMP

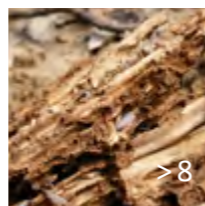
Zoom : Rorqual commun, accompagné de deux dauphins bleu et blanc © Vincent Bretille < AAMP



> 4



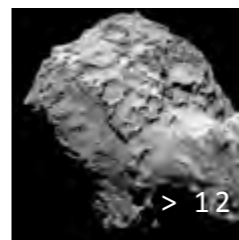
> 6



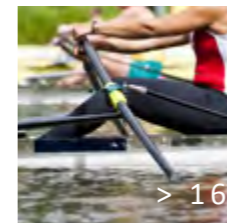
> 8



> 10



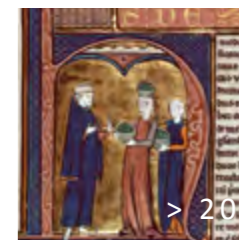
> 12



> 16



> 18



> 20



> 22

Environnement

SAMM, le bon samaritain > 4

Le pétoncle, espèce sentinelle anti-pollution ? > 6
Tout savoir sur les termites en région Centre > 8

Les friches urbaines, atout ou faiblesse pour la ville ? > 10

Astrophysique

Rosetta, raconte moi une comète ! > 12

Physique

Spatial : des matériaux à rude épreuve > 14

L'aviron, entre mouvements et contraintes > 16

Chimie

La pile à combustible : un générateur d'énergie électrique durable > 18

Histoire

La pharmacopée médiévale : un enjeu interculturel ? > 20

Évènements > 22

Edito

Il me revient de rédiger l'édito de ce premier Microscop de l'année 2015, et pourtant ma prise de fonction en tant que Délégué régional est trop récente pour que j'aie eu le temps de parcourir le vaste territoire de la délégation à la rencontre de nos équipes de recherche.

C'est à travers ce Microscop que je fais ma première incursion dans les unités de la circonscription. Dans les prochaines semaines, je souhaite venir à votre rencontre dans vos laboratoires, à l'écoute de vos attentes et de vos projets.

C'est en partageant le même émerveillement devant ces travaux de nos collègues, que nous tissons les liens de notre communauté de recherche, et ce sont vos réussites qui donnent sens à l'action de nos services. Grâce à votre implication, Microscop continuera à nous rapprocher.

Éric Buffenoir
Délégué régional

Agenda

Colloques

JOURNÉES NATIONALES

'MÉTHANE 2015'

Réunion des différentes communautés « méthane » échanges sur les recherches en cours, développement de synergies et de projets fédérateurs.

10-11 mars 2015 > PARIS

<http://www.lmd.polytechnique.fr/methane2015/>

VIÈMES JOURNÉES INTERNATIONALES DE LA MICROFINANCE

Réflexion sur les fondamentaux et les différents aspects du financement de la microfinance.

15-17 avril 2015 > CASABLANCA (MAROC)

<http://www.leo-univ-orleans.fr/>

MUSICONIS

Les figurations visuelles de la parole, du son musical et du bruit, de l'Antiquité à la Renaissance.

11-13 Juin > CHARTRES

<http://cescm.labo.univ-poitiers.fr/>

Manifestations

2015, SOUS LE SIGNE DE FRANÇOIS I^{ER} ET DE LA RENAISSANCE

Actions de valorisation scientifique et de médiation culturelle pour le 500^e anniversaire de l'avènement de François I^{er} (1515-2015)

1^{er} janv. - 31 déc. 2015 > VAL DE LOIRE

<http://www.cesr.cnrs.fr/>

ANNÉE INTERNATIONALE DE LA LUMIÈRE

Expos, conférences, événements...
> sur tout le territoire

www.lumiere2015.fr

ANNÉE INTERNATIONALE DES SOLS

Expos, conférences, événements...
> sur tout le territoire

www.fao.org/soils-2015/fr/

SEMAINE DU CERVEAU

Dans 25 villes, débats, ateliers, conférences, expositions, spectacles.

10-16 mars 2015 > sur tout le territoire

<http://www.semaineducerveau.fr/2015/>

SEMAINE NATIONALE DES MATHÉMATIQUES

4^{ème} édition avec les 15^{èmes} olympiades nationales, concours et forums...

14-22 mars 2015 > sur tout le territoire

<http://www.education.gouv.fr/cid59384/la-semaine-des-mathematiques.html>

JOURNÉE MONDIALE DES OCÉANS

8 juin 2015 > LA ROCHELLE

www.worldoceanetwork.org

CNRS Centre Limousin Poitou-Charentes
3E, Avenue de la Recherche Scientifique
45071 ORLÉANS CEDEX 2
Tél. : 02 38 25 52 01 - Fax : 02 38 69 70 31
www.dr8.cnrs.fr
Contact : Communication@dr8.cnrs.fr

ISSN 1291-8083

Directeur de la publication
ÉRIC BUFFENOIR
Responsable de la publication
PATRICIA MADRIÈRES
Secrétaire de la publication
FLORENCE ROYER
Création graphique
LINDA JEUFRUAULT

Ont participé à ce numéro :
Anne-Geneviève BAGNERES, Marion BRUN, Floren COLLOU, Armelle COMBAUD, Christophe COUTANCEAU, Francesca DI PIETRO, Simon GOUTIER, Gilles KAGAN, Philippe JALLADEAU, Anne LAURENT, Elfie PERDEREAU, Emeline PETTEX, Vincent RIDOUX, Hélène THOMAS-GUYON, Iolanda VENTURA.

Imprimeur - Prévost Offset - Impression sur papier 100 % recyclé Cyclusprint.

Rorqual commun, accompagné de deux dauphins bleu et blanc (Méditerranée).

SAMM, le bon samaritain

La conservation des océans est au cœur des préoccupations actuelles du monde scientifique et politique, car les écosystèmes marins, qui procurent des services inestimables à l'homme, sont encore mal évalués et pourtant déjà lourdement impactés par nos activités. Les aires marines protégées font partie des outils de conservation des espèces marines, mais leur déploiement au large et, aux échelles spatiales pertinentes pour les espèces très mobiles, est un défi majeur.

Les mesures de protections dédiées aux oiseaux, aux mammifères marins et aux espèces de la mégafaune marine en général (requins, tortues et grands poissons) peuvent contribuer à la préservation de l'ensemble des écosystèmes marins, du fait du rang élevé de ces espèces dans les réseaux trophiques, de l'étendue de leur domaine vital et de leur valeur patrimoniale reconnue. Pourtant, la distribution et les habitats préférentiels de ces espèces, comme les processus environnementaux sous-jacents, sont encore largement mal connus.

C'est ainsi que dans le cadre du développement du réseau Natura 2000 en mer, l'Agence des aires marines protégées a lancé un programme d'acquisition de connaissances sur les oiseaux, les mammifères marins. Elle a demandé au laboratoire Systèmes d'observation pour la conservation des mammifères et oiseaux marins (SoCMOM - UMS 3462 Université de La Rochelle / CNRS) et au Centre d'études biologiques de Chizé (CEBC - UMR 7372 CNRS/Université de La Rochelle) de réaliser une campagne d'observation aérienne à l'échelle de la zone économique exclusive (ZEE) métropolitaine française (Atlantique et Méditerranée).

Ce programme de Suivi Aérien de la Méga-faune Marine (SAMM) ambitionne de produire un état des lieux de la distribution spatiale de ces espèces dans les eaux métropolitaines, d'estimer l'abondance et d'identifier les habitats préférentiels des cétacés et des oiseaux marins (et plus largement de la mégafaune pélagique) en fonction des saisons. Les scientifiques ont pu également recueillir des informations sur les activités humaines en mer (pêche, trafic maritime, déchets) afin d'apporter des éléments pour évaluer les zones d'interaction avec les activités anthropiques.

Stratégie d'échantillonnage définie par les objectifs

Les campagnes se sont déroulées sur deux saisons distinctes (hiver 2011/12 et été 2012) sur l'ensemble de la ZEE métropolitaine étendue aux eaux européennes limitrophes (559 000 km²). La zone d'échantillonnage a été découpée en trois strates bathymétriques (relatives aux profondeurs couvrant le plateau continental, le talus et la plaine abyssale). Ce plan d'échantillonnage permet de décrire la distribution globale des populations. Une strate côtière, limitée aux 12 milles nautiques des eaux territoriales, a été ajoutée afin d'intensifier l'effort d'obser-

vation là où se concentrent les aires marines protégées déjà existantes.

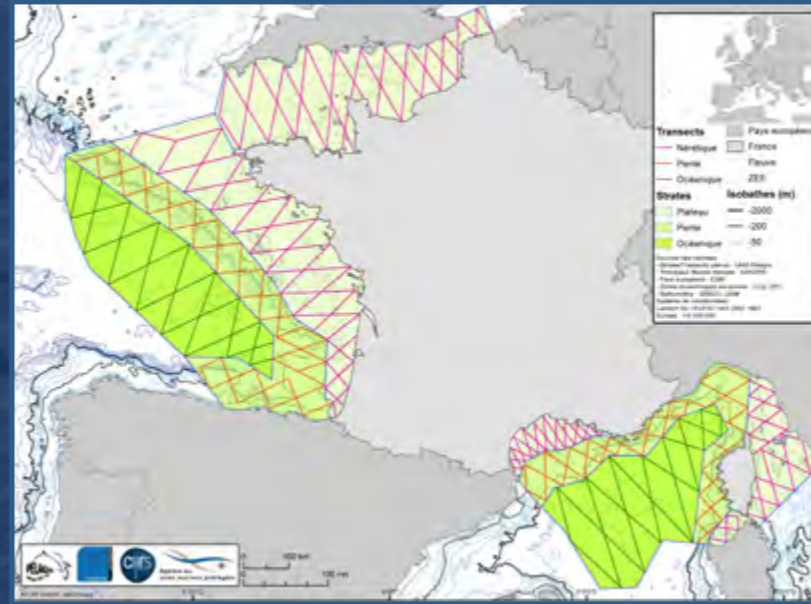
Le principe de l'observation aérienne consiste à survoler les lignes imaginaires du plan d'échantillonnage, les transects, à une vitesse et une altitude constante (170 km/h et 180 m d'altitude). Deux observateurs relèvent des observations à l'œil nu à travers un hublot-bulle (qui permet une observation à la verticale de l'avion) pendant que le navigateur-secrétaire saisit les données et assure le déroulement du plan de vol.

« les espèces marines manifestent... des préférences écologiques variées »

Des résultats inédits et utiles à la conservation

Ces campagnes ont mobilisé 15 observateurs, 3 avions et leurs pilotes pendant 7 mois. L'effort réalisé (100 000 km et 600 heures d'observation) et le jeu de données obtenus sont inédits. Au cours des deux campagnes, les équipes ont collecté : 3 500 observations de cétacés, 35 000 observa-

Plan d'échantillonnage (hors strate côtière)

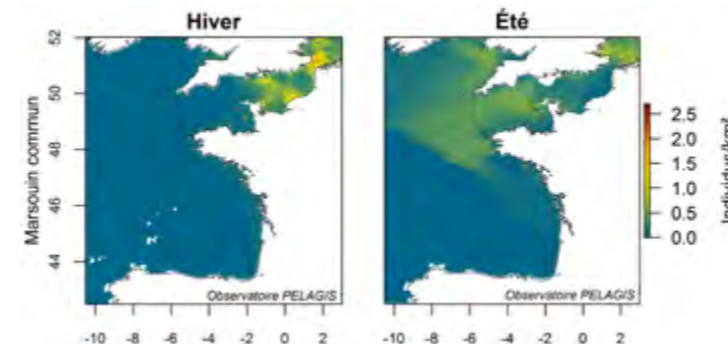


© Vincent BRÉVILLE < AAMP

tions d'oiseaux, 500 observations de tortues marines, 900 observations de requins ou de raies, 4 300 observations de grands poissons (essentiellement des poissons lunes), 2 500 observations de bateaux et 28 000 observations de macro-déchets.

À partir de ces données, il a été possible de produire des estimations de densité et d'abondance pour les oiseaux et les mammifères marins, ainsi que de modéliser leur distribution (par une approche géostatistique) et leurs habitats préférentiels (modèles d'habitats) en fonction de la saison. Ces résultats confirment que les espèces marines sont très mobiles et qu'elles peuvent occuper des secteurs très différents d'une saison à l'autre. Entre l'hiver et l'été, elles manifestent également des préférences écologiques variées (température, chlorophylle, profondeur...).

Les campagnes SAMM modifient profondément notre représentation de la distribution des animaux marins. Elle s'avère plus océanique que ce qu'avaient précédemment estimé les scientifiques. Parmi les résultats



Habitats préférentiels prédits du marsouin commun en hiver (à gauche), et en été (à droite) en Atlantique.

les plus surprenants, le grand dauphin, qui était décrit comme une espèce essentiellement côtière en Méditerranée, présente en réalité une distribution hivernale incontestablement hauturière. En Atlantique, les biologistes ont découvert la présence du marsouin commun le long des côtes du golfe de Gascogne en hiver jusqu'au pays Basque et montré une zone forte zone de concentration autour du détroit du Pas-de-Calais. Sa distribution estivale est également une surprise, cet animal que l'on croyait très côtier a été rencontré jusque sur le talus continental au large de la Bretagne.

Les oiseaux marins ont également réservé quelques surprises : les observations de la campagne SAMM ont montré que la mouette pygmée, dont la présence en hiver était connue en Méditerranée, était en réalité abondante à cette saison, avec une distribution essentiellement océanique. Globalement, le programme SAMM a révélé les grands schémas saisonniers de distribution pour une vingtaine de groupes d'espèces de cétacés et d'oiseaux marins, ainsi que des tortues et des requins.

Désigner de nouvelles aires marines protégées au large

Les enseignements apportés par SAMM améliorent grandement nos connaissances des cétacés et des oiseaux marins. Ces résultats ont déjà trouvé une première application : ils alimentent le processus de désignation de nouveaux sites Natura 2000 au large et contribuent à l'évaluation du réseau côtier existant et de sa cohérence par rapport à la distribution globale des espèces.

Ces campagnes sont également importantes pour les pays européens : les espèces observées sont mobiles et leur protection passera par des mesures de gestion à l'échelle européenne. La Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM) impose de suivre ces groupes d'espèces mais également d'évaluer les pressions et impacts des activités humaines sur les écosystèmes ; des campagnes aériennes similaires à SAMM pourraient être mises en place tous les 6 ans pour suivre les oiseaux, les tortues et les mammifères marins en mer et évaluer leur état écologique.

Emeline PETTEX < SCMOM
emeline.pettex@univ-lr.fr

Vincent RIDOUX < SCMOM
vincent.ridou@univ-lr.fr

<http://www.observatoire-pelagis.cnrs.fr/>

Dans l'avion à ailes hautes de type BN2, observation par les hublots-bulles et saisie des données au-dessus des zones du 'plan d'échantillonnage'.

© O. O'CAIDJA < AAMP

© O. VAN CANNETT < AAMP



Le pétoncle, espèce sentinelle anti-pollution ?

Face à une pollution des eaux marines, côtières et littorales, la réparation des préjudices consécutifs à des atteintes à l'environnement marin est complexe surtout en matière de préjudice écologique pur.

Le projet interdisciplinaire RISPECT engage plusieurs compétences (Chimie, Biologie, Écologie et Approche juridique et sociétale) pour réaliser une évaluation des risques 'invisibles' car non- immédiatement catastrophiques.

Les actions de recherche développées au sein du laboratoire Littoral, Environnement et Sociétés (LIENSs UMR7266 – CNRS/ Université de La Rochelle) revêtent à cet égard une importance particulière dans la mesure où elles contribuent, par ces ques-

tionnements scientifiques et sociétaux, à une meilleure connaissance de la dégradation des écosystèmes côtiers (climat/anthropisation) et à la caractérisation des atteintes naturelles et anthropiques en zone littorale atlantique.

Ainsi, deux étapes successives se déclinent-elles pour répondre à des questionnements précis. Tout d'abord une dimension écologique : Quels sont les éléments pour comprendre l'évolution des littoraux sous pressions environnementales et quel est l'impact potentiel d'une pollution marine chez des espèces clés des zones littorales ? Puis une dimension juridique/institutionnelle et sociétale : Comment appréhender l'évolution des littoraux sous contrainte naturelle et anthropique et quelles sont les conséquences dommageables de la pollution, suivant les cadres juridiques mis en œuvre ?

Dans ce contexte, un suivi spatio-temporel de l'état éco-physiologique et des paramètres démographiques chez le pétoncle *Mimachlamys varia*, espèce littorale susceptible de bio-accumuler les contaminants chimiques (métaux, hydrocarbures, pesticides,...), est envisagé.

Le littoral atlantique, zone témoin

Grâce à la mise en œuvre d'approches multiples (multi-échelles, multi-compartiments), la variabilité des caractéristiques éco-physiologiques et démographiques, en lien avec les niveaux de contamination de chaque site (estuaires & bandes littorales des Pertuis Charentais), des autres variabilités propres au milieu, est considérée à plusieurs échelles :

- tout d'abord populationnelle, évaluant le potentiel reproducteur, la densité des populations ainsi que la diversité génétique par classe d'âge,
- puis individuelle, estimant les performances métaboliques ainsi que le potentiel éco-physiologique au travers de l'étude d'une fonction clé que constitue la fonction hématocytaire,
- et enfin moléculaire (génomique fonctionnelle et protéomique).

L'analyse statistique multivariée est entreprise dans le cadre d'une réflexion sur les

éléments d'appréciation des préjudices dont le milieu côtier est victime. L'estimation des différences de diversité génétique entre sites impactés et sites non impactés sur les zones littorales atlantiques sera considérée à plusieurs échelles spatio-temporelles.

«...fournir un outil d'alerte précoce de la dégradation des écosystèmes côtiers...»

Une stratégie de comparaison intra et inter-sites combinant l'acquisition de données sur le terrain et des expérimentations complémentaires sont développées pour fournir un outil d'alerte précoce de la dégradation des écosystèmes côtiers et caractériser les réponses spécifiques des organismes littoraux. Les contaminants chimiques présents dans le milieu naturel sont bioaccumulés dans les coquillages comme le pétoncle *Mimachlamys varia*. Ainsi, la contamination différentielle des zones étudiées se retrouve-t-elle au sein des organismes et le suivi d'indicateurs de fonctionnalités chez le coquillage suggère que *Mimachlamys varia* pourrait représenter une espèce tempérée sentinelle pour la définition d'un bon état écologique des zones côtières.

Par ailleurs, la dimension juridique et institutionnelle (droit de l'environnement, droit des pollutions marines) est menée en collaboration avec le réseau ALLEGANS à Brest. Elle se fait en lien avec les démarches scien-

tifiques proposées et avec la définition du bon état écologique des eaux marines. L'étude actuelle vise à caractériser les territoires en cause et les usages, et à définir les modalités de réparation/compensation des atteintes au milieu côtier en cas de pollution chimique.

De l'Arctique à l'Europe de l'Ouest

Au-delà de l'aspect régional, les travaux du laboratoire LIENSs s'inscrivent dans une étude plus large, allant de l'Arctique à l'Europe de l'Ouest où l'on étudie l'impact des variations de pressions anthropiques sur la biologie des bivalves. Ces actions franco-norvégiennes, financées par le Ministère des Affaires Étrangères et l'Ambassade Royale de Norvège, portent sur l'évaluation des risques de contaminations chimiques des littoraux sous contraintes fortes en vue de confirmer l'intérêt d'une approche interdisciplinaire pour le développement d'outils de prospective territoriale.

Enfin, le caractère innovant des actions de recherche interdisciplinaires de l'équipe AMARE réside dans l'étude :

- des mécanismes d'évolution de la sensibilité toxicologique des espèces clés des zones littorales à la contamination chimique,
- et des conséquences liées à la vulnérabilité des individus, des populations et des communautés aux contraintes environnementales.

Lecture en spectroscopie de microplaque, pour l'étude de l'activité enzymatique d'un extrait de glande digestive de pétoncle.



Ainsi, dans le cadre de ce projet interdisciplinaire RISPECT, une démarche unique en France est réalisée en lien avec des recommandations dans le domaine de la surveillance des effets biologiques d'une pollution marine en ciblant quatre enjeux majeurs pour le littoral : vulnérabilité face aux risques côtiers, transferts terre-mer et leurs conséquences socio-écosystémiques, conservation de la biodiversité et la gestion des usages, relations entre sciences et société.

Hélène THOMAS-GUYON < LIENSs

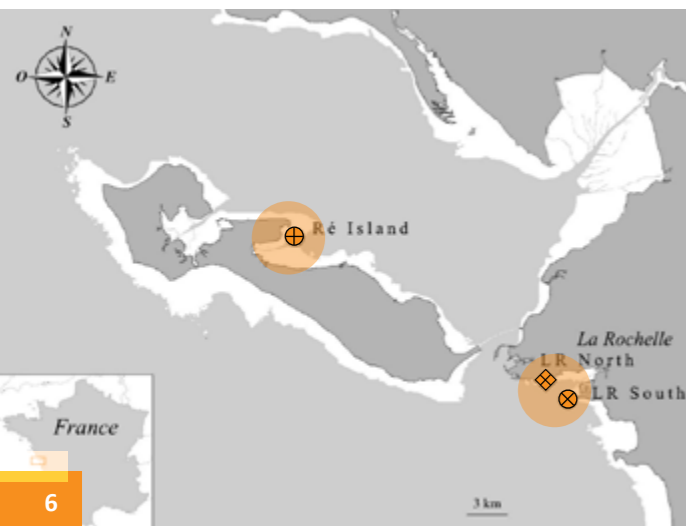
helene.thomas@univ-lr.fr

<http://lienss.univ-larochelle.fr/>

PEPS Mesure, alerte, prospective stratégique - MAPS : résultats

Le CNRS a lancé un appel à projets PEPS (projet exploratoire premier soutien) sur le thème Mesure, alerte, prospective stratégique (MAPS) orienté vers la connaissance des risques mal détectés, difficilement évalués, invisibles, liés à des transformations sur la longue durée, à des changements de faible intensité et/ou de faible fréquence, ou bien à un cumul de pressions considérées séparément comme non préoccupantes mais qui, croisées, créent des vulnérabilités en profondeur.

RISPECT pour « étude des RISques d'une contamination chimique chronique et conséquences chez le bivalve *PECTinidae Mimachlamys varia* en milieu côtier » fait partie des actions interdisciplinaires menées sur le thème MAPS.



Localisation des sites de prélèvements : Ile de Ré (⊕, coordonnées géographiques : 46.220, -1.404), LR Sud (⊗, coordonnées géographiques : 46.137, -1.175) and LR Nord (⊗, coordonnées géographiques : 46.149, -1.189).



Termites Reticulitermes sur une souche termitée prélevée au cours d'une mission en milieu péri-urbain.

Tout savoir sur les termites en région Centre

Les termites souterrains *Reticulitermes* font partie des espèces les plus nuisibles et les plus répandues dans le monde. Ils jouent un rôle fondamental dans l'équilibre des écosystèmes forestiers en dégradant le bois mort. Néanmoins, ils sont un véritable fléau lorsqu'ils s'attaquent aux constructions humaines.

En France métropolitaine, on compte six espèces de *Reticulitermes* et une soixantaine de départements infestés. Les termites sont parmi les rares organismes ayant entraîné en France une législation importante depuis 1999. En effet, la loi termite (n°99-741), complétée par de nombreux décrets, permet de protéger les acquéreurs et propriétaires d'immeubles, par l'obligation de diagnostic. Elle définit les modalités de mise en œuvre d'une politique de lutte. Cette dernière a des implications dans le code de la construction et de l'habitation, mais également par la mise en œuvre de traitements prenant plus en compte les problèmes environnementaux. Le coût de la lutte contre les termites s'élève à plusieurs millions d'euros chaque année en France. Cette lutte implique des intervenants très variés, tels que les collectivités et services de l'état, mais également les industries, sociétés privées, instituts techniques, associations et fédérations diverses, liés aux bâtiments, aux espaces verts, au bois et aux traitements.

La région Centre, joutée par des régions fortement contaminées (Pays de la Loire, Poitou-Charentes, Ile de France), présente plusieurs zones colonisées et probablement sous-évaluées. Bien que plusieurs acteurs œuvrent contre les termites dans la région,

de nombreux efforts restent nécessaires pour comprendre et enrayer l'expansion de ces nuisibles. C'est dans ce contexte que ce projet multidisciplinaire à but finalisé, financé par la région Centre, a eu pour ambition de mieux appréhender et lutter contre les infestations de termites dans la région.

« les voies ferrées... le vecteur d'introduction le plus favorable... »

L'Indre-et-Loire le plus touché

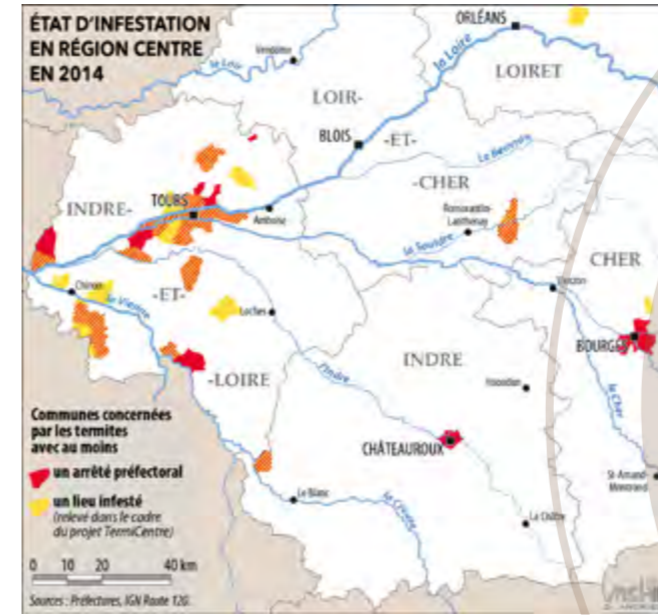
La réalisation d'une cartographie régionale et d'un état actuel de l'infestation, par le biais de collectes et d'enquêtes approfondies auprès des communes et professionnels divers, a constitué une première étape. La carte des infestations révèle que 5 départements sont officiellement concernés (L'Indre-et-Loire, l'Indre, le Loir-et-Cher, le Cher et récemment le Loiret), avec 38 communes touchées et 32 communes couvertes par un arrêté préfectoral, dont 28 se situant en Indre-et-Loire, le département le plus touché. Deux espèces de termites souterrains ont été identifiées dans la région : une espèce invasive d'origine américaine (*R. flavipes* de Louisiane), majoritaire

dans la région, et une espèce européenne (*R. grassei*).

L'identification génétique des colonies

Dans un deuxième temps, les modes de propagation et de dispersion des infestations des populations du termite invasif *R. flavipes* ont pu être déterminés. L'étude effectuée à l'échelle régionale a mis en évidence, par des analyses de diversité et de structure génétique (ADN mitochondrial et marqueurs microsatellites), 4 principaux centres d'infestation (3 foyers en Indre-et-Loire et 1 dans le Loiret) issus de la côte Ouest de la France et de l'Est des États-Unis, suggérant des introductions indépendantes. À l'échelle locale dans Tours et son agglomération, la détermination des modes de reproduction et de dispersion des populations de *R. flavipes* sur 3 sites pilotes a montré que chaque site présentait une seule colonie spatialement étendue (superficie moyenne de 4 500 m²) contenant le roi et la reine, ainsi que plusieurs

Carte de répartition des infestations de termites dans la région Centre.



Les termites sont des insectes organisés en société, contenant des individus répartis en différentes castes (larves, ouvriers, soldats, reproducteurs primaires ailés et reproducteurs secondaires aptères).



reproducteurs secondaires (néoténiques). La faible différenciation génétique déterminée entre les populations suggère une même infestation à l'origine des trois sites dans la capitale tourangelle. L'organisation sociale des populations introduites à Tours et dans son agglomération est similaire à celles des autres populations introduites en France.

Une propagation inévitable

Enfin, les variables biotiques et abiotiques déterminantes dans l'installation et la propagation de ce nuisible ont été définies et des scénarios prédictifs de la propagation dans la région Centre ont pu être construits. Dans ce contexte, les voies ferrées semblent constituer le vecteur d'introduction le plus

favorable dans la région. L'installation des termites est également influencée par la densité de bâti, par les valeurs de températures minimales en hiver et par l'humidité. En compilant ces résultats, une aire favorable à l'installation de termites dans la région a été délimitée. Après validation à l'échelle du département le plus infesté (Indre-et-Loire), les modèles de propagation spatio-temporelle prédisent une expansion importante des colonies présentes sur le territoire dans les années futures. De plus, l'impact du changement climatique via une augmentation des températures provoquerait une augmentation conséquente de l'aire favorable à l'installation des termites dans la région.

Communiquer pour gérer l'invasion

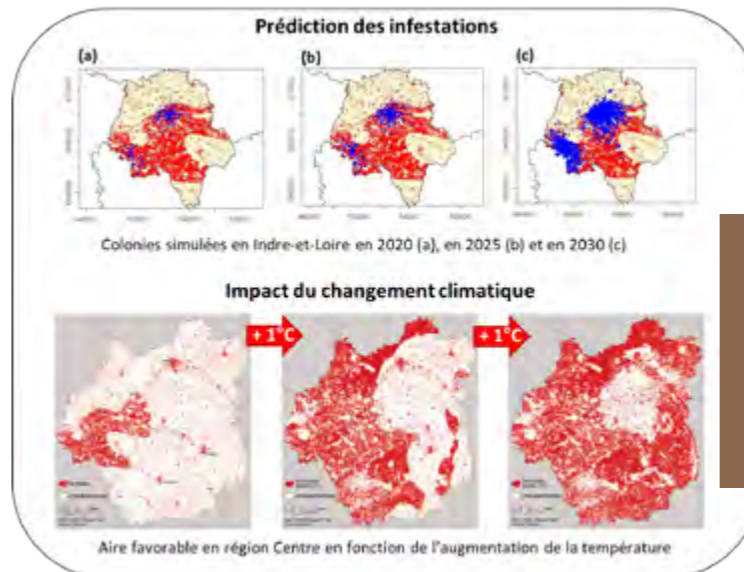
Afin de responsabiliser la population et d'aider à faire appliquer la réglementation, le dernier objectif du projet a été de mettre en place des outils d'information et de communication adaptés, autant pour

les professionnels que pour le grand public et les collectivités. Une formation intitulée « Termine en région Centre » axée sur les points essentiels à aborder sur la problématique liée aux termites (identification, développement, répartition, propagations, infestations et dégâts, réglementation et méthodes de lutte) a ainsi été mise en place. Le réseau de surveillance a également été renforcé avec l'aide de la FREDON (Fédération Régionale de Défense contre les Organismes Nuisibles). Les résultats du projet sont hébergés sur le site de la DREAL Centre pour un accès public. Ils ont également été présentés lors d'une réunion publique le 10 février 2015 à la mairie de Tours avec l'ensemble des partenaires, des collectivités et des acteurs du « problème termites » dans notre région.

Elfie PERDEREAU < IRBI
perdereau@univ-tours.fr

Anne-Geneviève BAGNÈRES < IRBI
bagneres@univ-tours.fr

www.univ-tours.fr/irbi



Dans les prochains mois, le projet d'intérêt régional « TermiCentre » initié début 2012 et porté par l'Institut de Recherche sur la Biologie de l'Insecte à Tours (IRBI - UMR 7261 CNRS/Université François-Rabelais de Tours) va s'achever. Ce projet multidisciplinaire avait pour sujet le problème « termite » dans la région Centre et son impact socio-économique. Son bilan est très positif, autant dans les conclusions fournies aux collectivités et au public, qu'au niveau scientifique. Les liens créés avec des partenaires divers -qu'ils soient académiques, comme le CETU Inno-phyt, l'Université d'Orléans, l'INRA d'Arden et la MSH de Tours, ou non académiques, avec de nombreuses villes et collectivités territoriales- ont permis de clarifier la situation, d'améliorer le réseau de surveillance et d'entrevoir les infestations à venir. Le termite n'est plus un inconnu « sans foi ni loi » mais un nuisible avec lequel il faut négocier...

La plupart des friches urbaines sont associées à l'étalement urbain.



Les friches urbaines, atout ou faiblesse pour la ville ?

En France, en 2012, les aires urbaines couvraient 21,8 % du territoire national et ont connu une augmentation d'environ 20 % en 10 ans. Des études montrent que, partout dans les zones urbaines du monde, la croissance de la demande individuelle en surface s'ajoute à la croissance démographique, avec la conséquente diminution de la densité urbaine.

Cet étalement urbain implique la nécessité du développement des transports (infrastructures, consommation d'hydrocarbures...), l'imperméabilisation des sols et la consommation et la fragmentation des habitats naturels et semi-naturels.

En s'étendant sur la campagne, la ville englobe des espaces momentanément sans usage officiel, inclus dans le tissu urbain, qui apparaissent comme des « dents creuses » dans la ville : les délaissés.

Les délaissés urbains végétalisés, appelés friches urbaines, sont des habitats temporaires très variés, caractérisés par une végétation spontanée, peu et irrégulièrement gérée, chose rare en ville.

Une gamme d'habitats idéale pour comprendre la végétation urbaine

En effet les friches en ville font l'objet, très vite après leur abandon, d'un processus de colonisation par des espèces végétales dépendantes de l'environnement urbain autour des friches : proportion d'espaces cultivés et boisés, de jardins ; type d'habitat (collectif, pavillonnaire etc.) ; densité de population... Les caractéristiques de cette végétation spontanée dépendent aussi du passé des friches.

De la nature de l'usage précédent, d'une part : les friches urbaines sont d'anciens champs cultivés, d'anciennes zones bâties (habitations ou bâtiments industriels), par la suite démolies, ou d'anciens espaces plus ou moins végétalisés à l'usage varié (zones de stockage, jardins collectifs, espaces verts entretenus).

De la date d'abandon de l'usage précédent, d'autre part : les friches urbaines représentent un gradient de végétation allant du pré au taillis, en fonction de l'âge de la friche. Les friches urbaines présentent ainsi différents stades de la succession végétale et abritent de nombreux habitats confinés en de petits espaces.

Les délaissés urbains végétalisés, par la faible gestion dont ils font l'objet, semblent des lieux privilégiés pour tester l'effet du tissu urbain environnant (le paysage urbain) sur la végétation urbaine, mais aussi pour mesurer le potentiel d'accueil, de développement et de diffusion des espèces exotiques envahissantes dans la ville.

Un refuge pour les espèces envahissantes ?

Cette végétation spontanée peut receler des espèces très diversifiées dans un contexte urbain, dont des espèces envahissantes, ces

plantes exotiques naturalisées s'installent dans des milieux naturels ou semi-naturels et dont les proliférations peuvent occasionner des perturbations de la composition et de la structure des écosystèmes. Parmi les espèces envahissantes indésirables il peut y avoir des plantes nuisibles pour la santé humaine et représentant des risques sanitaires, comme l'Ambroisie (*Ambrosia artemisiifolia*), dont la région Centre constitue un front de colonisation, et la Berce du Caucase (*Heracleum mantegazzianum*)*.

La propagation des espèces envahissantes pourrait être augmentée à l'avenir dans un contexte de réchauffement climatique, de



Les friches urbaines, une végétation hétérogène.

© Marion BRUN < CITERES



L'Ambroisie *Ambrosia artemisiifolia*, espèce invasive très allergisante.

nombreuses espèces potentiellement envahissantes étant originaires de zones climatiques plus chaudes.

En effet la ville peut être une source de plantes envahissantes, par sa concentration d'espèces horticoles : en Allemagne plus de la moitié des plantes exotiques présentes à l'état naturel ont été originellement introduites comme plantes ornementales, et ce taux s'élève à 65% en Australie. Les cours d'eau sont également un véhicule d'espèces végétales, dont des espèces envahissantes**. Les villes fluviales cumulent donc ces deux atouts/risques pour la biodiversité.

Des éléments de la trame verte urbaine

Les friches urbaines sont aussi des espaces de nature en ville, qui peuvent contribuer à consolider un réseau écologique urbain, et renforcer la trame verte des agglomérations. La création de continuités écologiques et la protection de la biodiversité ordinaire ainsi que la lutte contre les espèces envahissantes, sont deux objectifs de la Stratégie Régionale pour la Biodiversité de la région Centre (2011).

Or la densification urbaine, encouragée par la loi Solidarité et Renouvellement Urbain, approuvée en 2000, tend à combler ces « dents creuses » : en supprimant les friches, quel est l'impact de ces opérations d'urbanisation sur la biodiversité urbaine ?

« Cette nature urbaine... a une fonction écologique et sociale. »

Un espace urbain sans usage

77,5 % de la population française vit en zone urbaine ; selon l'ONU, depuis 2007, 80% de la population humaine des pays développés est devenue urbaine. La nature en milieu urbain est donc celle que les citadins côtoient au quotidien. Cette nature urbaine est en général ordinaire et peut être présente dans des espaces maîtrisés (parcs et jardins, ronds-points etc..) ou non (friches, terrains vagues, bords de voies de transport). Elle a une fonction écologique et sociale. Quelles représentations ont les citadins des friches urbaines ? Les riverains des friches, les utilisent-ils de façon informelle ? Peuvent-elles être un support d'éducation à l'environnement ? Ou un espace de loisir ? Synonyme de nature ou bien d'abandon pour les citadins, les friches urbaines peuvent avoir aussi un rôle de réserve foncière pour les collectivités, les entreprises ou les particuliers qui en ont la propriété.

Le projet « Délaissés Urbains »

Les transformations des milieux naturels et des espaces aménagés et construits font partie des thèmes de recherche du laboratoire Cité Territoire Environnement Société



Une friche urbaine d'origine agricole : un ancien champ cultivé

© Marion BRUN < CITERES

(CITERES UMR 7324 - CNRS/Université François-Rabelais de Tours). Après des travaux sur les espaces verts publics, le laboratoire évalue le potentiel écologique et social des friches urbaines comme éléments d'une trame verte, dans le cadre du projet DUE (Délaissés Urbains et Espèces envahissantes).

Francesca DI PIETRO < CITERES
dipietro@univ-tours.fr

Marion BRUN < CITERES
marion.brun@univ-tours.fr

<http://citeres.univ-tours.fr>

*2^{ème} Plan régional Santé-Environnement, région Centre (2010-2014).

** Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux Loire-Bretagne, (2010-2015).

DUE : Délaissés Urbains et Espèces envahissantes. Contribution des délaissés urbains à la Trame Verte et Bleue : leur rôle pour le déplacement des plantes en ville », 2012-2015,

Ce projet est financé par la Région Centre et appuyé par le Pôle Dream (Durabilité des Ressources en Eau Associés aux Milieux).

Cette recherche est réalisée dans le cadre d'un partenariat avec l'École Nationale Supérieure de la Nature et du Paysage de Blois, les communautés d'agglomérations de Tours (Agence d'Urbanisme de l'Agglomération Tourangelle) et de Blois, le bureau d'étude Biotope, et deux structures associatives (la Société Botanique Ligérienne et la Fédération des Conservatoires des Espaces Naturels). Les agglomérations de Tours et Blois, parmi les villes les plus avancées en matière de trame verte en région Centre, sont plus particulièrement étudiées.

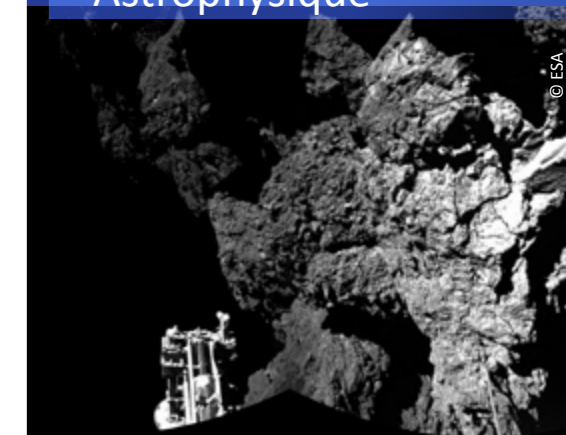
<http://www.poledream.org/du>

Rosetta, raconte moi une comète !

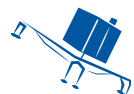
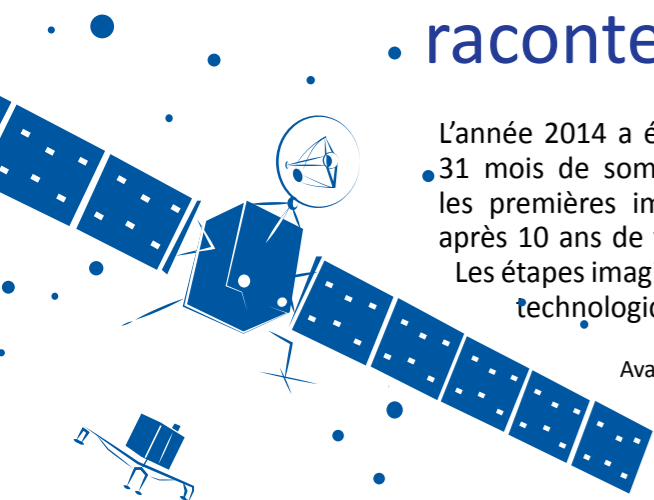
L'année 2014 a été jalonnée de réussites : le réveil de l'orbiteur après 31 mois de sommeil, la réactivation des 21 instruments embarqués, les premières images, le choix d'un site d'atterrissage. Et tout cela après 10 ans de voyage, des centaines de... millions de kms parcourus. Les étapes imaginées 20 ans plus tôt, se sont transformées en prouesses technologiques.

Avant même le 20 janvier 2014, la mission est déjà un succès. Dans son périple ROSETTA a réalisé plusieurs corrections de trajectoires. Elle a traversé à plusieurs occasions la ceinture d'astéroïdes et collecté d'importantes données. La mise en hibernation de ROSETTA était une première. Et la mise en orbite d'une telle sonde autour d'une comète n'avait jamais été entreprise.

500 000 000 km 10 ans de voyage

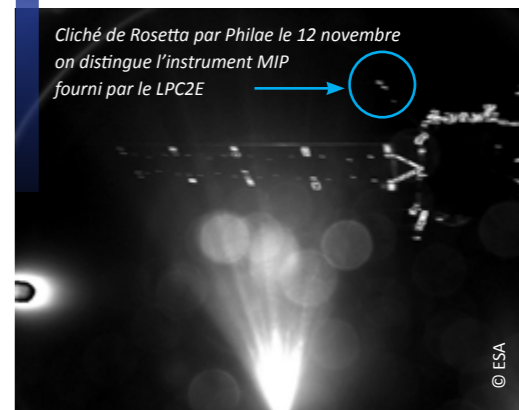


Philae s'est posé sur la comète 67P/Churyumov-Gerasimenko le 12 novembre 2014.



Mais s'il ne fallait retenir qu'une date, qu'une journée, ce serait très certainement ce 12 novembre 2014. Ce jour-là, c'est « le robot sur la comète » ! L'atterrisseur est devenu Philaé et 67P Churyumov-Gerasimenko s'est soudainement transformée en « Tchouri ». Le monde s'est approprié l'aventure scientifique lancée 20 ans auparavant. La créativité, l'imagination et le savoir-faire des scientifiques ont été révélés et l'ampleur de la performance technologique est apparue. Seuls les rebonds de Philaé ont suscité quelques craintes, vites oubliées par la mise en branle des instruments embarqués et la réception de tous premiers résultats.

Depuis quelques inquiétudes ont surgi sur la capacité de Philaé à produire suffisamment d'énergie pour poursuivre sa mission. Mais son réveil est espéré dans les semaines ou les mois qui viennent. L'orbiteur Rosetta continue ses observations du dégazage de la comète au fur et à mesure qu'elle se rapproche du Soleil jusqu'à atteindre les 189 millions de kilomètres. La mission doit se poursuivre jusqu'en décembre 2015 et elle pourrait être prolongée vu la moisson de résultats.



Cliché de Rosetta par Philae le 12 novembre on distingue l'instrument MIP fourni par le LPC2E

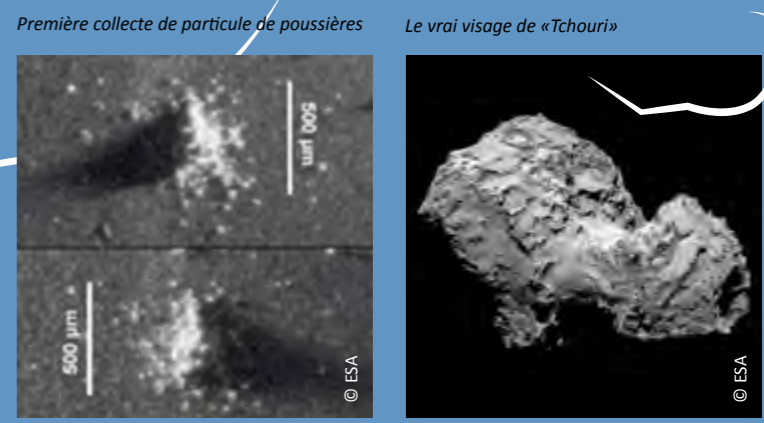
Les 1^{ers} résultats

11 décembre 2014 : les premiers spectres obtenus par l'instrument ROSINA, depuis son arrivée au voisinage de la comète, ont conduit à une valeur du rapport Deutérium/Hydrogène (ou D/H) de la comète fortement enrichi en deutérium par rapport à la Terre. Ces résultats ne concordent donc pas avec les hypothèses qui attribuent une origine cométaire à l'eau présente dans l'atmosphère et les océans terrestres.

23 janvier 2015 : Tchouri est de forme surprenante : en deux lobes et de forte porosité. Elle est riche en matériaux organiques. Les structures observées en surface résultent principalement de phénomènes d'érosion.

26 janvier 2015 : première collecte de particules de poussières cométaires à proximité du noyau de la comète. Beaucoup de ces particules se sont fragmentées lors de la collecte et sont d'aspect « floconneux » et poreux. Ces particules riches en sodium (Na) proviennent de la couche de poussière accumulée sur la surface de la comète depuis sa dernière approche près du Soleil. Une grande partie du manteau de poussière de « Tchouri » devrait en fait être maintenant perdu. La détection du sodium a été faite par l'instrument COSIMA, dont le LPC2E* a fourni le faisceau d'ions primaire.

*Laboratoire de Physique et Chimie de l'Environnement et de l'Espace (UMR 7328 CNRS/Université d'Orléans)



Première collecte de particule de poussières

Le vrai visage de « Tchouri »

Spatial : des matériaux à rude épreuve

Vue d'artiste d'Ariane 6 en configuration 4 boosters (A64).

© ESA-D. DUCHOIS



Le laboratoire Science des procédés céramiques et de traitements de surface à Limoges*, en collaboration avec Herakles et le CNES, a mis en place un banc d'essai approchant les conditions de dégradation par l'alumine liquide des matériaux constituant les tuyères des boosters de lanceurs spatiaux. Ces travaux contribuent à l'amélioration de la compréhension des phénomènes d'impact et d'ablation.

Les lanceurs spatiaux de type Ariane 5 sont équipés de moteur à propulsion solide permettant de vaincre la gravité lors des premières minutes de la phase de lancement. Herakles, filiale du groupe Safran, développe et produit les tuyères des moteurs pour Ariane 5. Dans la perspective d'améliorer les performances et de réduire les coûts de production et d'exploitation, Herakles optimise et adapte ses moteurs aux nouveaux lanceurs. Elle mène des études de R&D tenant compte des possibilités d'améliorations identifiées avec les anciens et actuels lanceurs. L'une d'elle porte sur la problématique de l'endommagement des matériaux, constituant les protections thermiques des tuyères, lié à la présence de particules d'alumine issues de la combustion du propergol solide.

Le combustible solide utilisé dans les moteurs à propulsion solide (MPS) est, en partie, de l'aluminium sous forme de particules qui, lors de la combustion, génèrent des gouttes microniques d'alumine liquide. Ces gouttes sont accélérées par les gaz de combustion : une partie frappe les protections thermiques de la tuyère à des températures de 2000 à 3000 °C, avec des vitesses d'impact de 50 à

200 m/s et des débits d'impacts de 1 à 100 kg/m². Ces chocs engendrent un endommagement de la tuyère se caractérisant par une perte de matière en surface. Cette ablation a pour conséquence une récession de la surface des protections thermiques et donc une diminution de leur épaisseur qui peut être critique dans certaines zones. Les impacts d'alumine forment un film d'alumine qui alimente ensuite une flaque d'alumine en fond arrière de la tuyère. Les matériaux des tuyères développés par Herakles sont des matériaux composites dotés de renforts fibreux, usuellement en carbone, et d'une matrice polymère de type résine phénolique. Cette résine ralentit la propagation du flux de chaleur dans le matériau en consommant une partie de l'énergie par pyrolyse : il s'agit d'un matériau sacrificiel, nommé matériau « ablatif ». Les fibres assurent la tenue mécanique du matériau et des propriétés thermiques isotropes permettant, par exemple, une bonne conduction thermique à la surface de la tuyère.

L'indispensable expérimentation en laboratoire

Dans la logique d'optimisation des boosters, Herakles et le CNES, mènent conjointement

des études visant à comprendre et quantifier le phénomène d'ablation des matériaux composites par l'alumine liquide. La difficulté technique d'étudier ces mécanismes sur la paroi d'une tuyère d'un booster, du fait de l'environnement complexe, rend indispensable le développement de solutions expérimentales et numériques pour reproduire le phénomène et l'étudier en laboratoire.

C'est donc le banc d'essai du SPCTS, basé sur le procédé de la projection thermique par plasma, qui reproduit et caractérise des impacts de gouttes à haute température (2100 à 2300 °C) et à des vitesses de 200 à 500 m/s sur un matériau composite ablatif chauffé à environ 2250 °C. Le dispositif mesure *in situ* la récession de surface du matériau testé et révèle, par des diagnostics appropriés, les paramètres conditionnant cette ablation.

Plus globalement, le laboratoire a pour objectif de quantifier et de décrire les différents phénomènes en fonction des conditions d'ablation et du matériau testé. Les conditions d'ablation du banc liées à l'alumine liquide doivent représenter au mieux

celles des boosters. Il est pour cela nécessaire de pouvoir reproduire les différents types d'interaction entre l'alumine et le matériau testé. Pour ce faire les travaux sont articulés autour de trois axes de travail :

«... se rapprocher des conditions d'ablation du moteur à l'échelle réelle...»

La modélisation d'un procédé

Les conditions étaient difficilement mesurables *in situ*, notamment les caractéristiques des particules à l'impact, telles que la vitesse et la température. La modélisation de l'écoulement plasma et du traitement thermique et cinématique des particules a permis de mieux estimer certaines conditions d'ablation du banc d'essai.

L'amélioration de la représentativité des conditions d'ablation

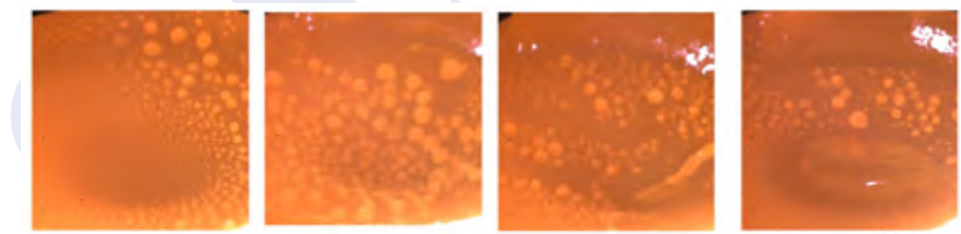
Les chercheurs se sont fixés pour but de se rapprocher des conditions d'ablation du moteur à l'échelle réelle. Cela s'est traduit, par rapport aux performances optimales du banc définies dans les travaux antérieurs, par une diminution de la vitesse d'impact des particules et une augmentation de leur température et de l'échantillon testé. Cette modification des paramètres opératoires a engendré un film liquide d'alumine à la surface de l'échantillon à 2070 °C, soumis à un écoulement de vitesse d'environ 76 m/s. Cette formation se déroule en plusieurs étapes (phases) :

- des gouttes d'alumine de diamètre compris entre 5 à 50 µm percutent la surface ;
- les gouttes coalescent pour former des agglomérats de gouttes (1 à 2 mm) ;
- les agglomérats sont éjectés en périphérie de l'échantillon ;
- un film d'alumine se forme sur le pourtour ;
- le film s'étend vers le centre de l'échantillon ;
- une fois le film établi, son épaisseur se stabilise du fait de la compétition entre l'arrivée de nouvelles particules et l'éjection du film en périphérie de l'échantillon.

L'obtention de ce film d'alumine a conduit à modifier les conditions d'ablation et donc d'élargir les paramètres d'études des phénomènes se déroulant au sein du booster.

L'étude qualitative et quantitative

L'observation, l'identification, la description, la compréhension et la quantification des différents phénomènes d'ablation (thermiques, chimiques et mécaniques) en fonction des conditions d'ablation et des

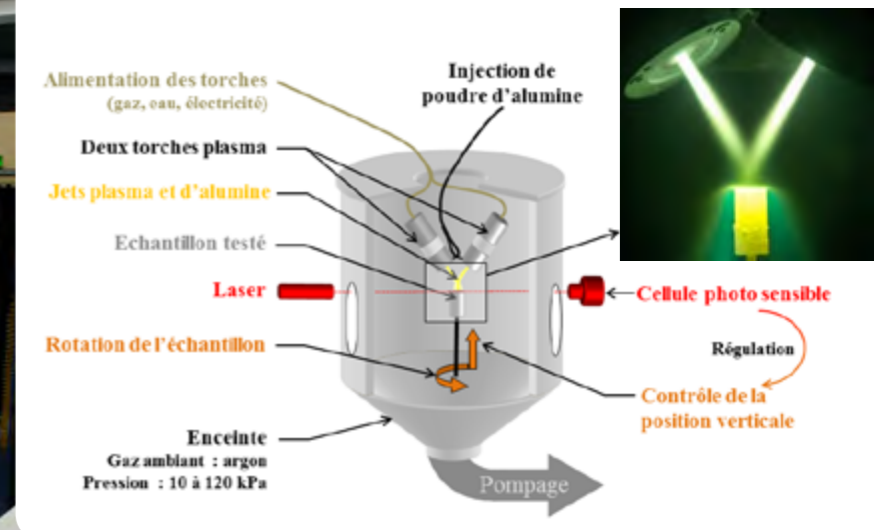


Séquence d'image de formation du film liquide d'alumine sur la surface d'un échantillon en graphite. 5 mm

© SPCTS



© SPCTS



Principe de base du banc d'ablation développé au SPCTS en partenariat avec le CNES et Héralès. A gauche : vue complète du banc d'ablation.

matériaux testés a mis en évidence le lien important entre les propriétés du matériau et son ablation.

Au-delà des travaux spécifiques liés à la reproduction et à la mesure de l'érosion d'un matériau équipant des moteurs à propulsion solide, le banc expérimental du SPCTS intervient pour tester toutes sortes de matériaux soumis à des conditions d'utilisations sévères aussi bien de température que de flux de particules chaudes. C'est le cas dans le domaine des protections thermiques comme par exemple lors de la rentrée atmosphérique des modules spatiaux ou encore pour les turboréacteurs au niveau des aubes de turbines.

Simon GOUTIER < SPCTS

simon.goutier@unilim.fr

www.unilim.fr/spcts

* SPCTS UMR 7315 CNRS/Université de Limoges/ENSCI



L'aviron : entre mouvements et contraintes

L'aviron est, avec la natation et le ski de fond, le sport unanimement reconnu comme le plus complet. Il permet le travail et le développement harmonieux de toute la musculature des personnes qui le pratiquent. Ce sport est, dans de nombreux cas, préconisé par le corps médical pour renforcer les muscles de l'appareil locomoteur, développer l'appareil cardio-vasculaire, perdre une surcharge pondérale, etc.

L'aviron est une activité sportive répétitive qui implique une action importante du rachis dans le transfert de forces entre les extrémités supérieures et inférieures. Les lombalgies sont les blessures les plus fréquentes chez les rameurs élités. Elles représentent de 25 à 50 % des blessures qui nécessitent une attention médicale et un arrêt de l'entraînement sur de longues périodes. Environ la moitié des situations à l'origine d'une blessure se produisent lors des entraînements semi-spécifiques (c'est-à-dire hors bateaux) bien que la part consacrée à ce type d'entraînement soit de l'ordre de 10 à 15 % chez le rameur élite.

L'ergomètre, l'aviron en salle

Depuis quelques années, les progrès technologiques ont permis de développer des ergomètres d'aviron qui se rapprochent de plus en plus d'une situation réelle de pratique, rendant ce sport accessible au plus grand nombre. L'utilisation de ces ergomètres est maintenant généralisée dans les clubs d'aviron et aussi dans les clubs de remise en forme. Leur succès repose aussi sur la validation de l'impact physiologique et l'excellente correspondance des perfor-

mances produites sur ces ergomètres avec celles réalisées en bateau. Cependant, effectuer une séance d'entraînement pendant plus de 30 minutes sur un ergomètre a été identifié comme un facteur prédictif cohérent des lombalgies pour des rameurs de niveau national.

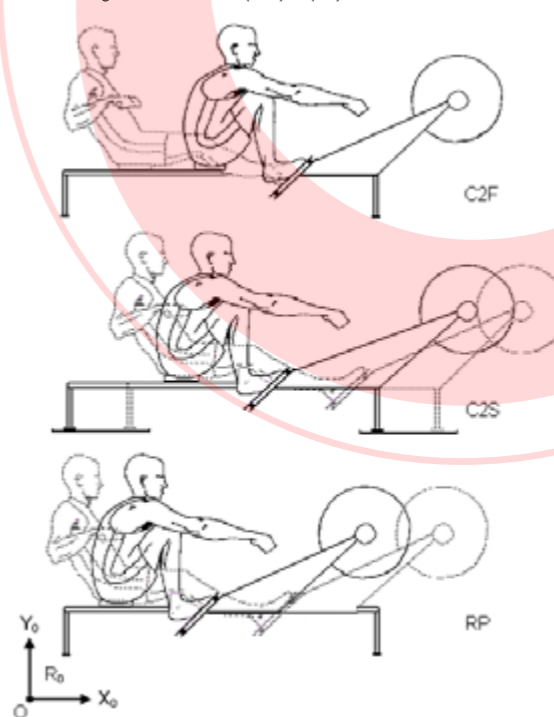
Les ergomètres d'aviron les plus couramment utilisés peuvent être classés en ergomètres fixes et en ergomètres mobiles. Sur ergomètre fixe, au cours du cycle d'aviron, le rameur assis sur un siège coulissant doit accélérer positivement et négativement la masse de l'ensemble de ses segments (main, avant-bras, bras, tête, tronc, etc.) par rapport à un point fixe, le cale pied. Sur l'eau, le rameur et le bateau forment un système binaire caractérisé par un transfert de quantité de mouvement entre le rameur et le bateau. Pour les classes de bateaux olympiques, la masse du bateau à laquelle s'ajoutent celles des avirons et du barreur dans le cas des bateaux barrés est comprise entre 15,5 kg pour un quatre sans barreur, et 21 kg pour un huit barré. Ainsi, bien que la vitesse du système (rameur-avirons-bateau) est relativement constante, les masses du

rameur et du bateau ont un mouvement dépendant l'un de l'autre. Afin de simuler avec plus de précision la dynamique du système (rameur-avirons, bateau), des ergomètres comportant des éléments mobiles ont été développés lors des vingt dernières années. En plus du siège coulissant, ce type d'ergomètre présente un système de cale pied mobile en translation selon le grand axe de l'ergomètre. Cela permet un transfert de quantité de mouvement entre le rameur et le système mobile.

La modélisation des forces et des efforts

D'un point de vue de la biomécanique du mouvement, l'effet du type d'ergomètre (fixe/mobile) sur les efforts générés (forces inter-segmentaires et couples actionneurs) à chaque articulation du rameur peut être quantifiée sur la base des lois de la mécanique des systèmes multicorps. Cette démarche calculatoire requiert la mesure concomitante des efforts de contact et des mouvements des segments du rameur. Capteurs de force spécifiques et système optoélectronique d'analyse du mouvement sont donc les outils indispensables

Représentation des ergomètres fixe (C2F) et deux ergomètres mobiles (C2S) et (RP)



(et onéreux) pour accéder à ces données d'entrée. Une bonne dose de programmation assortie de rigueur fournit les efforts articulaires. Un deuxième niveau de modélisation, basé sur une procédure par optimisation numérique, donne les tensions musculaires et les efforts de contact articulaires. L'inconvénient est qu'il nécessite un grand nombre d'hypothèses autant sur la géométrie que sur la dynamique de chaque muscle pris en compte. Cet aspect est d'autant plus prégnant lorsqu'on s'intéresse à la charnière sacro-lombaire. Une solution consiste à développer un modèle simplifié dans le plan sagittal. Le couple actionneur calculé à la charnière sacro-lombaire peut alors être partitionné en forces de compression et de cisaillement générées au niveau de l'articulation entre les vertèbres L4/L5.

« Un risque de blessure des structures de la colonne lombaire »

Compression et cisaillement : l'opposition des forces

Les études menées* avec des rameurs élités réalisant des sessions à différentes cadences (cadence d'entraînement et cadences observées en compétition) sur un ergomètre fixe et sur deux ergomètres mobiles montrent que le couple actionneur maximum généré à la charnière sacro-lombaire est de l'ordre de 250 à 300 Newton/mètres. Ce couple actionneur est la conséquence des forces générées des muscles croisant cette articulation. Ce

haut niveau de force musculaire entraîne des forces de compression et de cisaillement importantes tant lors de la phase de propulsion (lorsque le rameur exerce une force importante à la poignée et au cale pied pour accélérer le volant d'inertie de l'ergomètre) que lors de la phase de remplacement du rameur pour le cycle suivant. La force de compression est significativement plus grande dans la condition ergomètre fixe en début du cycle d'aviron (le tronc est alors en flexion maximale) qu'au cours de la phase de propulsion. Quel que soit le type d'ergomètre ou la cadence, le pic de la force de compression excède les 3400 Newton, limite de soulevé de charges recommandée par l'organisme américain « National Institute for Occupational Safety and Health** ». L'estimation de la force de cisaillement est plus délicate car la ligne d'action des muscles extenseurs est sujette à une forte variabilité. Cependant une force de cisaillement significativement plus importante est observable sur ergomètre fixe. Les différences observées tant pour la force de compression que pour la force de cisaillement sont la conséquence d'une accélération plus importante de la masse du tronc au début du cycle d'aviron, aucune force n'étant produite aux mains à cet instant. À l'opposé, lors de la phase de propulsion, ces différences ont pour origine la plus grande force générée aux mains en conditions ergomètre fixe, l'accélération du tronc étant nulle au pic de force aux mains.



Frédéric Perrier, sportif de haut niveau en aviron, lors d'une campagne expérimentale sur ergomètre mobile. Ce dispositif expérimental pour l'évaluation en laboratoire du mouvement d'aviron comprend des mesures dynamométriques (capteurs de forces au niveau des deux pieds, de l'assise et des mains) et cinématographiques (système d'analyse du mouvement optoélectronique et marqueurs réfléchissants disposés sur le corps pour évaluer la cinématique articulaire).

L'utilisation d'ergomètre en aviron expose la colonne lombaire à de fortes contraintes mécaniques. Les travaux ont démontré que ramer sur un ergomètre fixe entraîne des contraintes en compression plus importantes de la colonne lombaire comparées à celles générées pour les ergomètres ayant un mécanisme mobile. Un risque de blessure des structures de la colonne lombaire serait plus grand à l'attaque et lors d'entraînement longue distance en aérobie réalisés sur des ergomètres fixes.

À ce jour, c'est en Australie que ces travaux ont eu le plus d'impacts. La fédération d'Aviron a émis des recommandations pour une utilisation plus fréquente d'ergomètres mobiles. En France, la commercialisation d'un ergomètre mobile par le fabricant leader mondial commence à faire évoluer la pratique.

Floren COLLOUD < PPRIME
floren.colLOUD@univ-poitiers.fr

<http://www.pprime.fr/>

*Ces études ont été faites dans le cadre d'une thèse. Elles ont été poursuivies par un stage post-doctoral en Australie (bourse Lavoisier du ministère des affaires étrangères, 2003-2004), par un échange chercheur CNRS avec l'Australie (2010), un projet Hubert Curien FAST (2010-2012) et par un financement de la région Pays de la Loire depuis 2013 (ANOPACY).

**INRS, l'Institut National de Recherche et de Sécurité français reprend les chiffres fournis par le NIOSH.

La pile à combustible : un générateur d'énergie électrique durable

Une application de l'électrocatalyse concerne la conversion de l'énergie chimique en énergie électrique, en particulier au sein de piles à combustible. Ce type de systèmes est souvent considéré comme une génération propre d'énergie électrique. Pourtant, pour que cette technologie puisse s'intégrer pleinement dans le développement durable et la transition énergétique, plusieurs verrous doivent être levés.

Comme toutes les piles, une pile à combustible est constituée d'une anode, d'une cathode et d'un électrolyte conducteur ionique. L'hydrogène (H_2) est oxydé à l'anode, produisant 2 électrons et 2 protons par molécule. Les électrons transitent par le circuit extérieur produisant l'énergie élec-

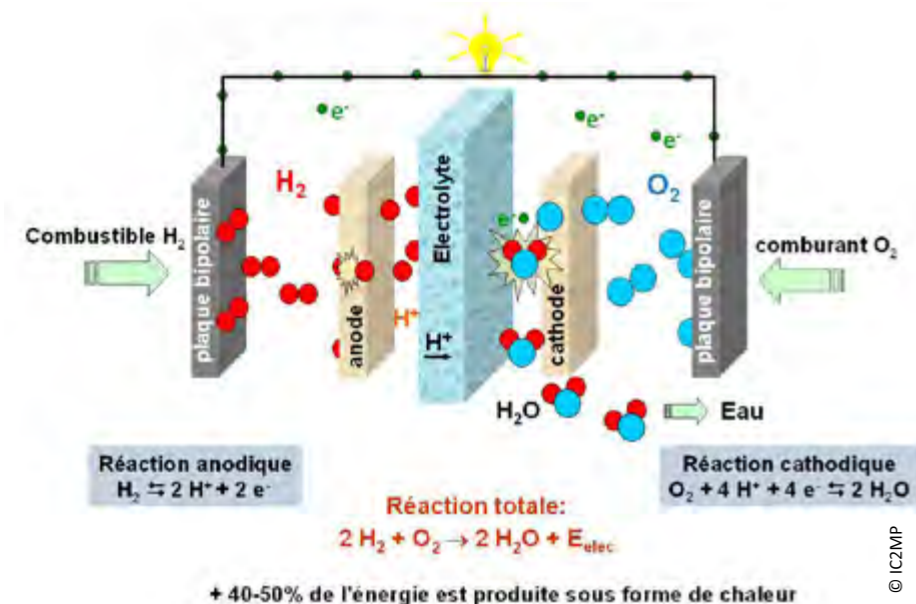
trique, et les protons traversent l'électrolyte ; à la cathode les protons et les électrons participent à la réaction de réduction de l'oxygène (O_2) en eau. Ce système permet de produire de l'énergie électrique, de l'eau et de la chaleur (40 à 50% de l'énergie est sous forme de chaleur) à partir d' H_2 et d' O_2 (air).

Il existe plusieurs types de piles à combustible, qu'on classe très souvent en fonction de leur température de fonctionnement et/ou du type d'électrolyte. Dans la catégorie des seules piles « basse température » à membrane échangeuse de protons, la PEMFC (Proton Exchange Membrane Fuel Cell) fonctionne autour de 80°C. Elle représente la technologie actuellement la plus mature : les matériaux de première génération composant les électrodes, l'électrolyte et les plaques bipolaires sont connus bien qu'ils restent à optimiser. La PEMFC offre une très large gamme de puissance et de nombreuses applications dans différents domaines : téléphones et ordinateurs portables, alimentations délocalisées, véhicules électriques, etc.

Un système alternatif

Dans le cadre du transport, le fort intérêt des constructeurs automobile pour la PEMFC provient de ce que ce le combustible embarqué possède une forte densité d'énergie et que le système est capable de fournir des puissances élevées. En première approximation, la densité d'énergie est assimilable à l'autonomie du système, c'est-à-dire à la distance que l'on pourrait parcourir avec

Principe de fonctionnement d'une pile à combustible



© ICZMP



Détermination du nombre d'électrons échangés lors de la réaction de réduction de l'oxygène et de la quantité de peroxyde d'hydrogène produite.

© ICZMP

un véhicule, et la densité de puissance à la vitesse que l'on peut atteindre. Les performances des PEMFC se situent au niveau de celles des moteurs à combustion interne. Elles sont donc de bons systèmes pour les véhicules électriques. De plus, contrairement aux batteries lithium-ion par exemple, les piles à combustible ne nécessitent pas de recharge électrique, elles fonctionnent tant qu'elles sont alimentées en hydrogène.

Les technologies de remplissage des réservoirs de gaz sous pression sont maîtrisées et permettent d'effectuer un plein d'hydrogène en quelques minutes, tandis que la recharge d'une batterie sur le réseau électrique prend plusieurs heures. Enfin, la quantité d'énergie embarquée au sein des batteries dépend du dimensionnement (volume, masse) du générateur, tandis que pour une pile à combustible, la quantité d'énergie embarquée dépend du volume du réservoir : plus l'autonomie recherchée est élevée, plus la masse (le volume) de la batterie sera élevée comparativement à celle du système pile à combustible. Cependant l'hybridation entre une pile à combustible (pour une plus grande autonomie) et une batterie lithium (pour les appels de puissance) est une solution d'avenir.

« les meilleurs catalyseurs connus sont à base de platine... rare et cher. »

La réalité du coût

De tels systèmes de production d'énergie apparaissent donc très intéressants. Ils fournissent de l'énergie électrique et de la chaleur qui, si on la récupère, peut

conduire à des rendements très élevés, de l'ordre de 80%. Cependant, même si la thermodynamique indique que la réaction de combustion de l'hydrogène dans l'oxygène est spontanée ($\Delta G < 0$), les cinétiques de réaction aux électrodes sont faibles. Il est donc nécessaire de les augmenter à l'aide de matériaux catalytiques.

Or, les meilleurs catalyseurs connus sont à base de platine... et le platine est rare et cher. Le développement des nanotechnologies, avec la synthèse de nanoparticules et la nanostructuration des électrodes, a permis de réduire considérablement la quantité de platine tout en gagnant de la puissance. Actuellement, une voiture de tourisme classique nécessitant environ 80 kW, un objectif de 8 grammes de platine à environ 40 € le gramme (soit 320 €) représente un coût acceptable, d'autant plus que, en fin de vie, 95% du platine peut être récupéré dans les systèmes.

Vers une production plus 'verte'

Le combustible est certainement le problème majeur. L'hydrogène possède une densité spécifique d'énergie très élevée (33 kWh kg^{-1}) par rapport aux essences (10 kWh kg^{-1}) et au méthane (16 kWh kg^{-1}) et il est l'élément le plus abondant dans l'univers. Pourtant on ne le trouve que de façon très anecdotique sous la forme de dihydrogène H_2 sur terre. L'hydrogène se trouve généralement combiné au carbone, les hydrocarbures, ou à l'oxygène, l'eau. Il faut donc le produire. Or actuellement 96% de l'hydrogène est obtenu à partir de sources fossiles,

ce qui n'en fait pas un combustible « vert ». De plus l'hydrogène produit par vaporeformage d'hydrocarbures contient une proportion non négligeable de monoxyde de carbone (CO), un poison pour les catalyseurs de PEMFC. Des procédés coûteux doivent donc être mis en œuvre pour le purifier.

L'électrolyse de l'eau est une méthode qui conduit à la production d'hydrogène propre. Mais cette réaction nécessite beaucoup d'énergie, si bien que le rapport entre l'énergie fournie par une pile à combustible débitant 1 A cm^{-2} à 0,7 V et l'énergie consommée par un électrolyseur produisant de l'hydrogène à 1 A cm^{-2} et environ 2 V reste faible (un rendement de 0,35 est obtenu). Cependant, l'utilisation de sources primaires d'énergie renouvelable (solaire, éolienne, etc.) permet de s'affranchir de ce problème.

De plus, l'électrolyse devient un moyen de stocker cette énergie dont la production est par définition intermittente. Il peut aussi être noté que d'après la thermodynamique, l'oxydation de composés oxygénés issus de la biomasse (alcools, sucres, acides carboxyliques, etc.) à la place de l'eau à l'anode d'un électrolyseur représenterait une solution pour diminuer l'énergie nécessaire à la production d'hydrogène et conduire à un rendement entre les deux systèmes de l'ordre de 65-70%.

Christophe COUTANCEAU < ICZMP
christophe.coutanceau@univ-poitiers.fr

<http://ic2mp.labo.univ-poitiers.fr/>



Dijon, bibliothèque municipale, ms. 391, folio 4v.
 Livre des simples médecines, XV^e siècle.
 Homme tenant une boule d'or.

La pharmacopée médiévale : un enjeu interculturel ?

L'étude de la pharmacopée médiévale est un champ de recherche très prometteur. Avec la redécouverte, l'analyse et l'étude de plusieurs textes, les connaissances en matière de traditions culturelles, de milieux de production et réception de textes pharmaceutiques ont considérablement augmenté. Une nouvelle typologie de ces textes aide à mieux comprendre l'évolution de la culture pharmaceutique en Occident et l'influence de la culture orientale dans ce domaine.

La recherche et la pharmacopée médiévale, un premier bilan

Ces dernières années, l'histoire de la pharmacopée médiévale a attiré l'attention de plusieurs chercheurs qui ont analysé de nombreux auteurs et textes phares. Ils ont montré le rôle joué par les traductions latines des œuvres pharmaceutiques arabes comme le *Liber de gradibus* d'Ibn al-Jazzar, traduit au XI^e siècle par Constantin l'Africain (médecin). Ces traductions ont permis aux médecins de l'époque de découvrir en même temps de nouveaux textes et des substances encore inconnues en Occident comme le camphre ou le sumac.

L'examen de ces sources a montré que les milieux culturels (telle l'école médicale de Salerne) ont contribué, à travers la rédaction d'œuvres à succès comme l'*Antidotarium Nicolai* (un recueil de médicaments composés) ou le *Circa instans* (un recueil de propriétés des substances tirées du monde naturel), au progrès de la littérature pharmaceutique. De même l'étude de la pharmacopée universitaire, à travers l'analyse du milieu de Padoue, vers 1300-1310 ou de Paris, a été mise à profit pour comprendre

l'évolution de la pharmacopée occidentale dans la seconde moitié du XIII^e siècle. La lecture du *Canon* d'Avicenne, traduit par Gérard de Crémone, écrivain et traducteur scientifique italien au XII^e siècle, est également un autre exemple de l'héritage de la pharmacopée arabe notamment avec la rédaction des œuvres pharmaceutiques « académiques » comme les *Areolae* de Jean de Saint-Amand.

Le défi de la recherche à venir : identifier les textes, cataloguer les manuscrits, retracer les traditions

Le travail accompli par les chercheurs a permis de tracer les grandes lignes historiques de la pharmacopée au Moyen Âge et l'évolution de cette discipline à partir d'une bibliothèque de référence. L'établissement d'un catalogue des principaux textes de la pharmacopée, des compilations et recueils – même si ce ne sont pas des œuvres originales – a contribué de manière significative à la réception des informations concernant la matière médicale.

Ce catalogue va également permettre de comprendre le degré du succès de chaque

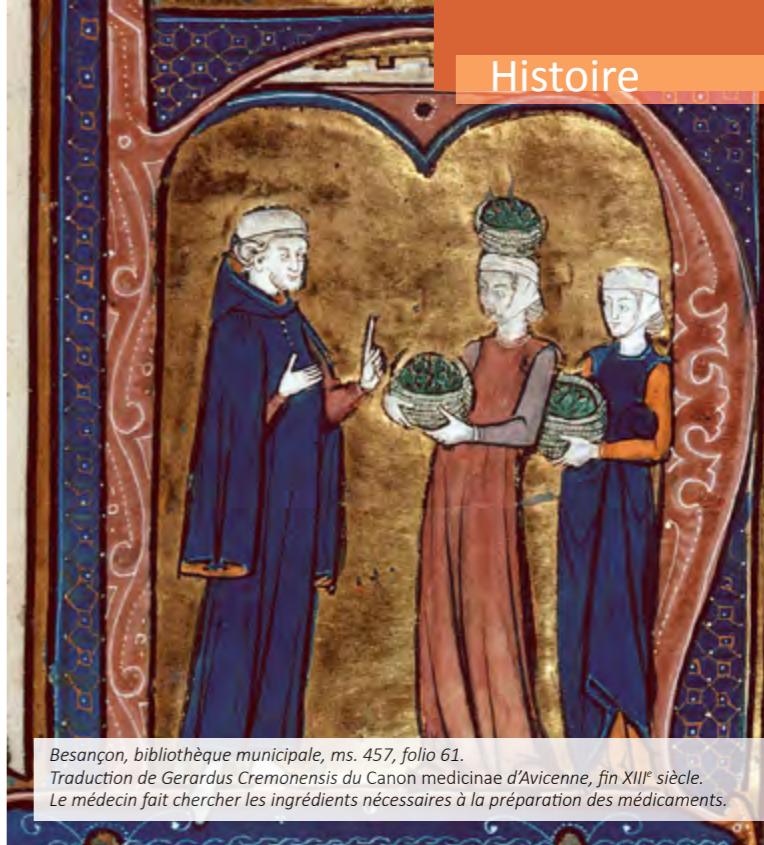
écrit à travers les siècles et de faire une statistique chronologique des manuscrits actuellement conservés et consacrés à la pharmacopée.

On peut citer :

La version alphabétique latine du *De materia medica*, le *Dioscorides alphabeticus*, est conservé dans 20 manuscrits, datés entre le XI^e et le XIV^e siècle. Ces 20 manuscrits ne livrent qu'une partie des informations utiles pour comprendre la réception de l'œuvre et son influence réelle sur la pharmacopée du Moyen Âge.

Le même discours peut être fait pour le *Circa instans*, dont le succès est attesté par plusieurs centaines de manuscrits latins et par de nombreuses traductions en français, italien, allemand, néerlandais, anglais, catalan, provençal, danois, hébreux, serbe, et peut-être gaélique produits entre XII^e et XV^e siècle. Le rayonnement de cette œuvre est surtout dû à sa nature car il s'agit d'une compilation d'informations tirées d'autres sources facilement adaptables aux besoins des lecteurs et utilisateurs, qui pouvaient recopier le texte original, mais aussi rassembler des recueils d'extraits ou de mélanges.

Dijon, bibliothèque municipale, ms. 391, folio 29.
 Livre des simples médecines du XV^e siècle de Matthaeus Platearius. Récolte du baume.



Besançon, bibliothèque municipale, ms. 457, folio 61.
 Traduction de Gerardus Cremonensis du Canon medicinae d'Avicenne, fin XIII^e siècle.
 Le médecin fait chercher les ingrédients nécessaires à la préparation des médicaments.

Une dimension interculturelle

Avec des œuvres comme le *Circa instans*, point de rencontre entre différents textes et traditions culturelles, on peut donc reconstruire l'histoire de la pharmacopée médiévale et comprendre comment un livre pharmaceutique s'adaptait aux besoins concrets de ses lecteurs. L'histoire de cette discipline montre qu'elle n'a pas connu une évolution linéaire, mais une superposition avec une intégration constante de matériaux issus de différentes origines et traditions culturelles :

- la tradition médicale gréco-latine remontant à l'Âge classique (par ex., dans les œuvres de Dioscorides ou de Galien) ;
- l'héritage médical latin de l'Antiquité tardive et des premiers siècles du Moyen Âge (par ex., dans l'*Herbarius* du Pseudo-Apulée) ;
- l'apport des traductions arabo-latines produites au XI^e et XII^e siècle à Montecassino par Constantin l'Africain et à Tolède par Gérard de Crémone.

« voir si des médicaments... sont décrits et utilisés de la même manière »

L'impact effectif de ces traditions culturelles peut être prouvé en utilisant deux pistes de recherche. D'une part en étudiant la diffusion, la réception, l'influence des écrits appartenant à ces traditions et d'autre

part à partir des informations elles-mêmes livrées par les textes. On trouve notamment dans certains textes la description de médicaments simples (les substances tirées du monde naturel) et de leurs propriétés médicinales. Sur le plan méthodologique les œuvres anciennes, arabes, et latines médiévales sont comparées pour voir si des médicaments comme l'aloès, l'absinthe, ou le *muscus*, sont décrits et utilisés de la même manière dès l'Antiquité, ou si leurs perceptions et utilisations changent à cause de l'intégration des œuvres orientales.

Des écrits aux pratiques médicales

En analysant la description des substances médicamenteuses et les informations relatives à leur emploi, on remarque que l'influence de la pharmacopée arabo-latine se manifeste à travers la définition théorique des médicaments, de leur qualité (chaud, froid, sec, humide) et de leur effet thérapeutique (émollient, purifiant, séchant), mais pas dans les indications thérapeutiques, qui semblent être plutôt dérivées de la littérature contemporaine salernitaine, à savoir des manuels de « clinique » montrant comment guérir les maladies. L'affirmation de la pharmacopée orientale et de la pratique médicale contemporaine ne reste pas sans conséquences. En particulier, on voit que la réception de la pharmacie orien-

tale entraîne l'abandon de la tradition thérapeutique antérieure, surtout de celle de l'Antiquité tardive.

Le travail fait « sur le terrain » permet de reconstituer l'évolution de la discipline et sa dimension interculturelle. Une prochaine étape devra prendre en compte l'usage effectif des médicaments occidentaux et orientaux témoignés à partir de la littérature des recettes, souvent écrites par des praticiens. Ce travail, à mener sur la base d'une littérature immense et encore peu étudiée, nous réservera encore des découvertes. Il montrera si l'interculturalité de la pharmacopée médiévale est un phénomène limité aux textes, ou si elle imprègne profondément la quotidienneté des pratiques de santé.

Iolanda VENTURA < IRHT
 iolanda.ventura@cnsr-orleans.fr

www.irht.cnrs.fr



OCT 2014
13

Visite à Xlim

Lors de sa venue à l'Université de Limoges, Geneviève Fioraso, Secrétaire d'État à l'Enseignement supérieur et à la Recherche, visite la plateforme PLATINUM du laboratoire XLIM.

> <http://www.xlim.fr>



NOV 2014
19

Une maison pour la science

La Maison pour la science en Centre Val de Loire est inaugurée. Elle propose des actions de développement professionnel en sciences aux professeurs des écoles et des collèges de l'académie Orléans-Tours.

> <http://maisons-pour-la-science.org>



DEC 2014
13

Pergola

Le banc d'essais dédié à la combustion d'ergols innovants pour la propulsion spatiale développé par l'institut PPRIME de Poitiers et le CNES ouvre ses portes.

> contact : marc.bellenoue@ensma.fr



DEC 2014
15

Cellule mutualisée

L'Université d'Orléans et la délégation Centre Limousin Poitou-Charentes du CNRS mutualisent leurs structures d'accompagnement des laboratoires de la région Centre dans le domaine du partenariat et la valorisation. Un pas supplémentaire est franchi dans le développement du Grand Campus de recherche à Orléans.

> <http://www.dr8.cnrs.fr>



DEC 2014
17

Centre de calcul

Présentation officielle du nouveau supercalculateur du Centre de calcul scientifique en région Centre qui met à la disposition des numériciens des moyens de calcul haute performance facilement accessibles et permettant éventuellement d'accéder aux centres de calculs nationaux et européens.

> <http://cascimodot.fdpoisson.fr/ccsc>



FEV 2015
5

Sciences du Vivant

La Fédération physique et chimie du vivant présente deux nouvelles plateformes expérimentales, une en spectrométrie de masse à très haute résolution (HRMS) et l'autre en spectrométrie de résonance magnétique nucléaire (RMN). Ces équipements sont ouverts à la recherche académique et à la recherche hospitalière ou industrielle.

> contact : olivier.martin@univ-orleans.fr



FEV 2015
11



Le temps d'un (trop court) après-midi, c'est devant un auditoire de 300 personnes qu'ont été retracés le parcours et les épreuves traversées par Jean Zay. Cet orléanais, élève au lycée Pothier, puis journaliste et avocat, s'est engagé très jeune en politique avec deux grands idéaux : humanisme et pacifisme. Député du Loiret dès 1932, il est aussi conseiller général et devient ministre de l'éducation nationale et des beaux-arts dans le gouvernement du Front Populaire de Léon Blum, en 1936. Dès ses premiers pas en politique, il subit des attaques antisémites de ses opposants et d'une certaine presse.

Toutes les actions de Jean Zay viseront à démocratiser et à moderniser l'enseignement en tenant compte des aptitudes des élèves pour leur orientation, en rendant la scolarité obligatoire jusqu'à 14 ans, en créant des postes d'enseignants, des centres d'orientation, en développant les activités sportives et pédagogiques. Beaucoup ont oublié que Jean Zay est aussi celui qui a facilité l'accès à la culture sous ses formes les plus diverses : les bibliothèques, les musées et les théâtres, et qu'il est l'initiateur du Festival de Cannes.

Dans le domaine de l'enseignement supérieur et de la recherche, Jean Zay est méconnu pour le rôle essentiel qu'il a pourtant joué dans la création du CNRS. Avec Jean Perrin, prix Nobel de Physique, qu'il nomme sous-secrétaire d'état puis Président du conseil supérieur de la recherche, ils travaillent à une organisation de la politique nationale de la recherche. De leurs réflexions naîtra un organisme national, le CNRS.

Engagé volontaire dès la déclaration de la guerre, il fait partie des parlementaires opposés au gouvernement de Vichy. Arrêté, condamné à la déportation et à la dégradation militaire, il sera exécuté par la milice le 20 juin 1944.



© COM DR8 CNRS



<http://wikiradio.cnrs.fr/>



33^{ème} Conférence Internationale de Biomécanique sportive



biomécanique du sport
loisir et compétition
innovation technologique
nouveaux dispositifs
pour l'activité physique et sportive
performance et santé

Poitiers - France
29 Juin - 3 Juillet 2015

<http://isbs2015.sciencesconf.org/>

