juillet 2011
n° 64

Un regard sur les laboratoires en Centre Poitou-Charentes

microscoop

le magazine de la délégation CNRS Centre Poitou-Charentes

ENVIRONNEMENT
Le passé climatique de l'Afrique révélé par des poissons

TECHNOLOGIE
LOFAR, un radiotéléscope nouvelle génération

CHIMIE
Chimie à bord de la Station Spatiale Internationale

Labo en direct

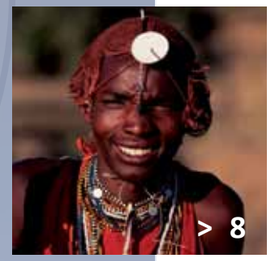
De l'espace habité aux dimensions territoriales des sociétés

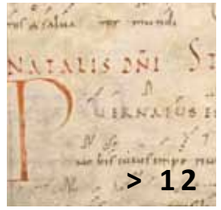
www.cnrs.fr/centre-poitou-charentes

microscoop

juillet 2011
n° 64

Photos couverture : *Arrière-plan, Parc linéaire de la rivière Saint-Charles, à Québec (ville de Québec), mai 2010, Sophie HAMEL-DUFOUR*
Photo zoom, Enquête de terrain dans une cité (très transformée) d'habitat populaire à 'Ayn el-Sira (Le Caire), Florence TROIN.





20 ans de microscoop...

1er numéro - 1991

2000

2002

2003

2005

2008

Sommaire

SOCIETE
Maasai de Tanzanie et
le développement de la scolarisation **> 8**

HISTOIRE
Le Cimier,
un univers de signes et d'idées **> 10**

HISTOIRE
L'écriture musicale,
une invention médiévale **> 12**

EVENEMENTS > 14

CHIMIE
Chimie à bord de la Station Spatiale Internationale **> 16**

ASTRONOMIE
LOFAR, un radiotéléscope nouvelle génération **> 18**

ENVIRONNEMENT
Le passé climatique de l'Afrique révélé par des poissons **> 20**

ENERGIE
Simulations numériques
et sûreté nucléaire **> 22**

CNRS Délégation Centre 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.cnrs.fr/centre-poitou-charentes
E-mail : Communication@dr8.cnrs.fr

ISSN 1247-844X

Directeur de la publication
Patrice Soullie
Rédacteur de la publication
Eric Darrouzet
Secrétaire de la publication
Florence Royer
Création graphique
Linda Jeuffrault

Ont participé à ce numéro :
Marylène Bertrand, Nathalie Bonini, Christelle Cazaux-Kowalski, Betty Charles, Laurent Denis, Michel Fillon, Isabelle Frapart, Jean-Mathias Griessmeier, Laurent Hablot, Muriel Hourlier, Corinne Larrue, Dominique Massiot, Abdelwahid Mellouki, Olga Otero, Michel Tagger, Ivan Thomas, Philippe Zarka.

Imprimeur - PREVOST OFFSET - Impression sur papier recyclé.

Edito

Ce numéro d'été de Microscoop est l'occasion de marquer un événement particulier. En effet, notre journal fête cette année, ses 20 ans d'existence.

Pour cet heureux anniversaire, nous vous proposons une version renouvelée du journal qui nous l'espérons vous satisfera pleinement. Bien sûr, nous avons conservé ce qui fait le succès de Microscoop : entre autres des articles rédigés par les chercheurs qui "vulgarisent" leur domaine de recherche *(je tiens à les remercier de rendre ainsi accessible à tous des thématiques toujours passionnantes)*, le "rubriquage", les très nombreuses thématiques scientifiques abordées et une iconographie de qualité. De plus dans un souci de développement durable, le journal est dorénavant imprimé sur du papier recyclé.

Ce numéro consacre ainsi sa rubrique "labo en direct" au laboratoire "Cités, Territoires, Environnement et Sociétés (CITERES)", unité mixte de recherche CNRS /Université François Rabelais de Tours, laboratoire que nous retrouvons avec un article intéressant sur les Maasai. Deux autres articles proposés par le Centre d'Etudes Supérieures de Civilisation Médiévale mettent également les sciences humaines à l'honneur et nous font (re)découvrir l'univers des chevaliers et celui de la musique.

Les autres domaines scientifiques ne sont pas en reste, avec des articles passionnants sur l'origine spatiale de la vie, l'étude de l'univers avec un nouveau réseau d'antennes constituant un radiotélescope à l'échelle de l'Europe et, dans le domaine de l'énergie, l'utilisation de simulations mathématiques en aide à la gestion d'une centrale.

Enfin, quatre évènements sont mis en exergue ; deux concernent des actions vers les jeunes et deux autres l'arrivée de nouveaux équipements sur le campus CNRS d'Orléans qui donneront des résultats certainement majeurs dans l'étude de la matière et de l'atmosphère terrestre.

Je vous propose de feuilleter et de lire ce nouveau numéro de Microscoop, qui je l'espère, vous fera passer un très bon moment. Je vous souhaite à toutes et à tous de très bonnes vacances.

Patrice SOULLIE
Délégué régional

DOSSIER > 4 - 8

Labo en direct

De l'espace habité aux dimensions territoriales des sociétés

Labo en direct

De l'espace habité *aux dimensions territoriales des sociétés*

Un laboratoire tourangeau fédère des chercheurs de différentes disciplines scientifiques. Des archéologues, des historiens, des anthropologues, des géographes, des sociologues, des chercheurs en aménagement et urbanisme, des écologues travaillent ensemble sur un objet de recherche commun, l'espace habité.

© Sophie HAMEL-DUFOUR < CITERES

Parc linéaire de la rivière Saint-Charles, *à Québec (ville de Québec), mai 2010.*

© Sylvie SERVAIN-OURANT < CITERES

Quartier en bord de Maine à Angers : *composition urbaine et intégration du risque d'inondation.*

© Sylvie SERVAIN-OURANT < CITERES

La Loire, *un hydrosystème et un paysage complexes modelés par les dynamiques biophysiques et les activités humaines.*

Un peu d'histoire…

En 2004, a été créé à Tours le laboratoire "Cités Territoires Environnement et Sociétés" (CITERES - UMR 6173 CNRS/Université de Tours). Cette structure est le fruit de la fusion volontaire de trois laboratoires. D'une part, le Centre d'Etudes et de Recherches sur l'URBAnisation du Monde Arabe (URBAMA) qui avait été créé dans les années 80 et qui rassemblait des géographes, des historiens, des architectes et des anthropologues.

Cette unité s'intéressait à un espace particulier, le monde arabe, et à une thématique particulière, l'urbanisation. D'autre part le Laboratoire Archéologie et Territoires (LAT) qui regroupait des archéologues et des historiens autour d'une archéologie particulière, l'archéologie spatiale. La spécificité du LAT est de privilégier une approche diachronique, c'est-à-dire que l'équipe s'intéresse aux modes de production de l'espace, notamment urbain, sur la longue durée. Une troisième structure, le Centre de recherche Ville/Société/Territoire (VST) regroupait des enseignants-chercheurs travaillant dans des disciplines comme la sociologie, la géographie et l'aménagement sur les relations des sociétés à leur espace.

Les travaux menés par ces trois unités portaient sur un objet de recherche commun, l'espace habité. Elles collaboraient à des projets communs dans le cadre de la Maison des Sciences de la Ville devenue par la suite la Maison des Sciences de l'Homme.

© Patrice MELÉ < CITERES

Défense du territoire et valeurs en action : *Mur peint par des opposants à la Mine San Xavier, sur le Cerro de San Pedro (San Luis Potosi), Mexique.*

« la construction d'une science sociale de l'espace avec des aires chrono-culturelles spécifiques »

La mise en place de CITERES s'est donc inscrite dans une volonté commune de renforcer et de développer des collaborations existantes sur la construction d'une science sociale de l'espace avec des aires chrono-culturelles spécifiques. Chacune des équipes aborde ainsi l'étude de cet espace habité par des angles différents mais complémentaires.

Quatre équipes de recherche

A partir de 2008, le laboratoire s'est réorganisé en quatre équipes permettant une meilleure lisibilité des axes de recherche. Aujourd'hui CITERES regroupe 80 enseignants-chercheurs et chercheurs, et autant de doctorants ainsi que 11 ITA/IATOSS :

- **l'équipe du Laboratoire Archéologie et Territoires (LAT)** regroupe des archéologues et des historiens qui étudient les relations des sociétés préindustrielles avec leur environnement ;

- **l'Equipe Monde arabe et Méditerranée (EMAM)** associe des historiens, des anthropologues, des géographes, des chercheurs en aménagement de l'espace urbain, des économistes et des démographes. Ils s'intéressent notamment au monde arabe contemporain, appréhendé dans ses relations avec l'Europe – en particulier méditerranéenne – et d'autres espaces.

- **l'équipe Ingénierie du Projet d'Aménagement, Paysage et Environnement (IPA-PE)** regroupe des chercheurs en écologie, en géographie, en aménagement et urbanisme, en sociologie, ainsi que des architectes, des informaticiens. Ils effectuent des études sur la base matérielle de l'espace. Ils ont des approches alliant écologie, géographie, aménagement et ingénierie qui visent principalement à la compréhension du fonctionnement des territoires urbains et ruraux.

- enfin, **l'équipe Construction Politique et Sociale des Territoires (CoST)** inscrit ses recherches dans une approche en sciences sociales. Les chercheurs travaillent en aménagement de l'espace urbain, en sociologie, en démographie, en géographie, en anthropologie et en ethnologie. Leur thématique principale concerne les effets sociaux et spatiaux liés aux processus de déterritorialisation et de (re)territorialisation.

Les Systèmes d'Information Géographique

Une spécificité du laboratoire, en particulier du LAT et d'IPA-PE est l'utilisation de Systèmes d'Information Géographique (SIG) appliqués à l'archéologie ou à l'aménagement ou encore à l'écologie. Cet outil, qui associe cartes et bases de données, permet de réaliser des analyses spatiales et des simulations, afin de comprendre et de représenter les modes de formation et de transformation de l'espace. En utilisant des bases de données géographiques, les chercheurs analysent finement un territoire soit dans la longue durée (par exemple la ville de Tours de l'Antiquité au XIX^{e} siècle), soit sur des périodes plus courtes pour les études contemporaines. Le laboratoire bénéficie d'une plateforme SIG mutualisée avec la MSH et dirige le GDR 3359 MoDyS (modélisation des dynamiques spatiales), à l'interface disciplinaire entre sciences historiques et sciences géographiques.

Une étude récente a porté sur l'identification des vulnérabilités économiques d'un territoire soumis aux inondations. Les chercheurs ont analysé les zones décrites dans les atlas des zones inondables et ont croisé ces données avec le fonctionnement économique des territoires. Cette approche, testée sur trois études de cas dans le bassin de la Loire a permis de mettre au point une méthode pour mieux anticiper les conséquences possibles d'une inondation sur l'activité économique d'un territoire. Cette méthode est développée dans une thèse en cours.

Analyser les transformations des espaces aménagés et construits

Les archéologues et historiens du LAT s'attachent à mettre en évidence ce que l'organisation de l'espace doit à l'initiative des habitants, ce qui relevait, à chaque période, du poids de l'existant, naturel ou culturel, et la façon dont territoires et milieu ont pesé, en retour, sur les pratiques sociales. L'accent est placé sur les différentes échelles d'analyse des phénomènes aussi bien dans la durée que dans l'espace, de l'étude de l'habitation individuelle à celle du village ou de la ville, ou de territoires bien plus étendus (régions, pays, aires culturelles...), de la préhistoire à l'époque subcontemporaine. Dans ce but, sont mises en œuvre autant des sources matérielles (vestiges archéologiques enfouis, édifices en élévation, données sédimentaires) que des sources écrites (actes de la pratique, chroniques etc.) et iconographiques (représentations et plans anciens). Au sein d'une approche commune, qui privilégie l'archéologie spatiale, les membres du laboratoire travaillent aussi bien sur la formation des paysages et la ville que sur l'architecture, les ossements animaux ou encore les objets manufacturés.

Une partie des travaux engagés dans l'équipe IPA-PE traite de la compréhension des projets d'aménagement dans les sociétés contemporaines. Il s'agit ici à la fois de travailler à comprendre et critiquer les processus de projets mais aussi de contribuer à concevoir des projets d'aménagement. A partir de travaux sur les projets architecturaux, les projets urbains ou territoriaux, de réflexions sur l'utilisation des modèles et des outils cartographiques, les recherches de CITERES permettent une meilleure connaissance des processus d'aménagement.

Saisir la construction des territoires

L'équipe CoST s'est construite sur des approches pluridisciplinaires, alliant analyse des politiques publiques, des dynamiques sociales et des qualifications de l'espace. Les chercheurs se penchent sur les tensions entre tendance à la (dé)territorialisation des pratiques et des activités et l'importance

Enquête de terrain dans une cité *(très transformée) d'habitat populaire à 'Ayn el-Sira (Le Caire)*

© Florence TROIN < CITERES

renouvelée du territoire pour l'action publique et collective. En effet, les pratiques sociales et politiques mettent en exergue le territoire, alors que l'accroissement de la mobilité des individus remet en cause le rôle des ancrages territoriaux. Différentes recherches sont menées sur des situations permettant d'interroger cet apparent paradoxe. Celles-ci portent sur la mise en débat d'actions publiques territorialisées, sur les effets d'actions collectives, sur les pratiques et mobilités résidentielles, sur les effets des reconfigurations dans le domaine du travail ou de la famille. L'équipe aborde donc la question du "territoire" à partir des tensions entre mobilités et ancrage, d'une part, et de l'étude des mobilisations collectives qui participent aux processus de production du sentiment d'appartenance à un territoire, d'autre part.

Monde arabe et Europe

Cette équipe est l'une des trois équipes spécialisées en France sur le monde arabe. Ses travaux sont réalisés au sein d'un réseau de chercheurs occidentaux mais aussi et surtout avec des chercheurs du monde arabe. Une véritable coopération euro-méditerranéenne a été mise en place et se développe de plus en plus en termes de formation universitaire et de recherche. L'équipe développe et renforce des collaborations entre chercheurs du monde arabe et de la rive nord de la Méditerranée. Des doctorants inscrits à Tours sont maîtres assistants dans des universités de Tunisie, d'Algérie ou du Maroc. Le laboratoire reçoit régulièrement des étudiants et des chercheurs d'universités du sud de la Méditerranée pour des études bibliographiques, pour utiliser les SIG, ou pour se former à d'autres techniques. En même temps, des étudiants ou des chercheurs européens se rendent dans ces universités et les centres français à l'étranger pour y travailler et étudier les espaces urbains.

« un regard particulier sur les effets de la colonisation »

Les études historiques sont en pleine croissance au sein de l'équipe. Par exemple, l'histoire du christianisme dans le monde méditerranéen et oriental est un des points forts développé actuellement correspondant aux collaborations avec le réseau de l'IISMM (Institut des études de l'Islam et des Sociétés du Monde Musulman). Un autre axe de recherche est consacré aux mutations qui affectent les sociétés nomades en zones désertiques avec un regard particulier sur les effets de la colonisation.

La question environnementale et patrimoniale

Dans le domaine de l'environnement, un axe transversal a été établi entre les différentes équipes du laboratoire autour de la thématique "Fleuve, environnement, patrimoine" : le LAT y contribue pour la connaissance de l'environnement dans la longue durée, IPAPE pour la question de l'aménagement et de son impact sur les milieux et CoST pour celle de la politique publique environnementale. Ces équipes se retrouvent également au sein de la Zone Atelier Loire qui regroupe plusieurs laboratoires travaillant sur le bassin versant de la Loire. En quoi les conditions environnementales influent-elles sur les modes d'habiter des sociétés ? Pour répondre à cette question, des études sont menées par exemple sur le mobilier urbain, sur la céramique qui permettent de comprendre les relations des espaces entre eux et avec leur environnement local. Des écologues participent à cet axe en analysant le fonctionnement écologique des territoires en lien avec des perturbations dues aux changements climatiques, à des effets de rupture dus à des aménagements ou à l'introduction par l'homme d'espèces invasives, etc. Les problématiques portent sur l'effet des activités humaines, soit globales, soit locales, sur le fonctionnement écologique des territoires. Les territoires en question peuvent être des corridors fluviaux, des zones urbaines, ou des corridors écologiques comme les "trames vertes et bleues" (les continuités écologiques liées au terrestre – vert, et au milieu aquatique – bleu). Dans ce cadre, les chercheurs identifient ce qui fait ou non

© Florence TROIN < CITERES

Cherarba *(périphérie populaire du Sud-Est d'Alger), en perpétuelle auto-construction.*

continuité ou discontinuité écologique et examinent comment cette question peut trouver sa place dans les processus de production des espaces urbains ou régionaux. La difficulté principale est de déterminer les méthodes qui permettent d'identifier ce qu'est une continuité écologique : ce qui est vrai pour une fourmi, ne l'est pas forcément pour un cerf ! Quels sont les statuts juridiques, quels sont les acteurs qui ont la capacité d'identifier, de prendre en charge et d'appliquer dans l'organisation de l'espace ces continuités écologiques ? Cette thématique est analysée sous un angle écologique, spatial mais aussi sous celui des sciences sociales et politiques.

Par ailleurs, la question des relations entre les sociétés et leurs déchets constitue un champ de recherche de CITERES présent dans plusieurs équipes, le laboratoire anime aussi un réseau de recherche sur cette thématique (SUD).

Une ouverture vers les collectivités

De nombreux projets de recherche menés à CITERES prévoient une restitution auprès des collectivités territoriales. Par exemple, un travail a été réalisé sur "intercommunalité et politique de l'environnement". Cette étude visait à analyser l'effet des intercommunalités (regroupement de collectivités locales, de communes) sur la conduite de politiques environnementales. Deux espaces ont été sélectionnés, un du côté de Saumur et l'autre du côté d'Amboise. Les chercheurs ont étudié la capacité des différentes communes à prendre en charge de nouvelles thématiques environnementales du fait du regroupement intercommunal en particulier dans le cadre du traitement des déchets et de la gestion de l'eau. Le laboratoire a ensuite invité les élus et les techniciens des intercommunalités étudiées lors d'un séminaire de restitution pour leur donner et discuter avec eux des conclusions de l'étude.

Eric DARROUZET

Muriel HOURLIER < CITERES
hourlier@univ-tours.fr

Corinne LARRUE < CITERES
corinne.larrue@univ-tours.fr

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

Ancienne abbaye de Marmoutier (Tours), *le site en cours de fouille.*

© CITERES

Un* boma *maasai* à *Engaruka (district de Monduli).

© Nathalie BONINI < CITERES

Les Maasai de Tanzanie, *et le développement de la scolarisation*

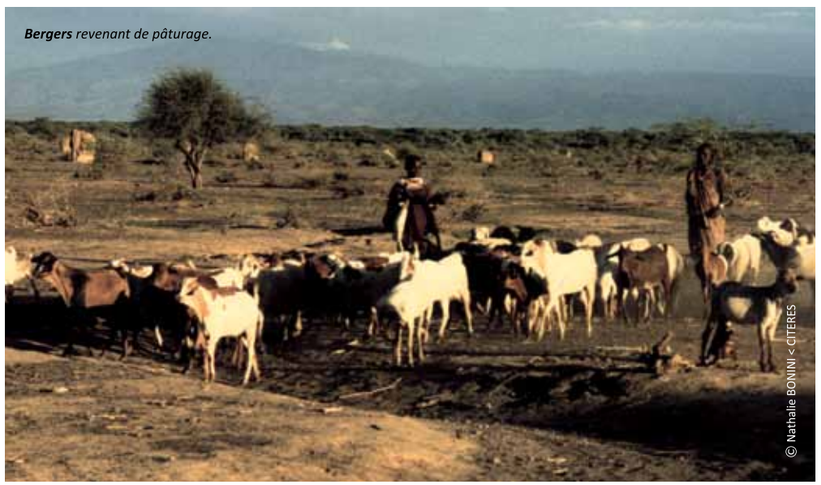
Soumis à une volonté gouvernementale et à une dégradation de leur mode de vie, les enfants Maasai sont aujourd'hui de plus en plus nombreux à quitter leurs troupeaux pour les bancs de l'école.

Organisation sociale et mode de vie pastoral

Les Maasai, dont on estime la population aux alentours de 400 000, se répartissent sur les basses plaines et les plateaux plus humides qui bordent la vallée du Rift, du sud du Kenya au centre de la Tanzanie. Un tiers environ vit en Tanzanie, principalement dans la région d'Arusha au nord du pays. Ils vivent en habitat dispersé dans des "hameaux" *(enkang')* désignés par le terme swahili de *boma*, qui constituent l'unité de base pour l'exploitation du bétail.

Les Maasai parlent une langue nilotique (langue *maa*) et leur système de classes d'âge représente le pilier de l'organisation sociale. Seuls les hommes sont formellement rassemblés en classes d'âge, tandis que les femmes sont associées à celles de leur père puis de leur mari. Entre 14 et 20 ans environ, les jeunes garçons sont initiés puis intègrent la classe d'âge à laquelle ils appartiendront désormais leur vie durant. En son sein, ils graviront collectivement les différents échelons - délimitant les diverses fonctions exercées par les hommes - dont le premier, le plus prestigieux pour les Maasai et le plus connu des non-massai est celui de "guerrier" *(moran)*.

À l'instar de la plupart des pasteurs vivant dans des zones semi-arides, ils sont semi-nomades. Liés aux besoins des troupeaux, leurs déplacements sont saisonniers et ne concernent qu'une partie de la population ; seuls quelques individus – principalement des guerriers – partent avec le gros du troupeau s'installer dans des campements provisoires, tandis que le reste de la famille demeure dans *le boma*. En dehors de cette mobilité de transhumance, les Maasai peuvent être amenés à changer de territoire lorsque les ressources en eau ou en pâturage font défaut, mais ces déplacements sont moins fréquents. Ils sont toutefois en augmentation ces dernières décennies du fait des sécheresses répétées et de l'aliénation continue de leurs zones de pâturage au profit des terres cultivées et des parcs nationaux. Le facteur climatique et le manque de terre cumulés entraînent une situation de surpâturage qui engendre à son tour une diminution des troupeaux, les bêtes ne parvenant plus à se nourrir suffisamment. Ainsi, ces pasteurs deviennent-ils de plus en plus dépendants des denrées agricoles, leurs troupeaux ne parvenant plus à les nourrir. Associée aux fortes pressions de divers acteurs pour qu'ils délaissent leur mode de production pastoral jugé peu productif et obsolète, cette situation alimentaire les conduit à se lancer eux-mêmes dans l'agriculture, contribuant aussi, bien que plus modestement, à la réduction des aires de pâturage. Ce mode de production agro-pastoral pratiqué depuis longtemps par certains groupes maasai *(Il-arusa et Il-parakuyo)* tend aujourd'hui à se généraliser en même temps qu'il se dégrade, de nombreux individus ne possèdant ni assez de bétail ni assez de culture pour subsister. C'est dans ce contexte de dégradation



***Bergers** revenant de pâturage.*

© Nathalie BONINI < CITERES

***Jeune homme** de la classe d'âge des « guerriers ».*

© Thinkstock®

du pastoralisme que le laboratoire "Cités Territoires Environnement et Sociétés" (CITERES - UMR 6173 CNRS/Université de Tours), au début des années 1990, a commencé des recherches sur l'éducation et plus précisément sur les conséquences de la rencontre entre éducation scolaire et éducation dite traditionnelle des Maasai.

L'étude de la scolarisation des enfants

Aux lendemains de l'Indépendance, le gouvernement tanzanien a fait de l'expansion de la scolarisation, une priorité. La politique éducative de l'époque connue sous le nom d'éducation pour l'autosuffisance *(« Education for Self-Reliance »)* devait supporter le développement économique du pays essentiellement fondé sur l'agriculture.

« un moyen d'intégration dans la société globale »

La grande majorité des efforts éducatifs a très longtemps été concentrée sur l'éducation de base perçue comme une fin en soi et non comme un tremplin vers le niveau secondaire. Vivant dans des zones isolées, les Maasai, qui étaient eux-mêmes peu enclins à scolariser leurs enfants, ont été très peu concernés par ce développement de l'école.

Les 18 mois d'enquête de terrain réalisés entre 1991 et 1993 ont permis de mettre en évidence le taux et les conditions de scolarisation des enfants, les stratégies éducatives de leurs parents et l'impact de l'école sur la transmission du savoir lié au pastoralisme et aux classes d'âge et, plus largement, sur le mode de vie des Maasai. Jusqu'au milieu des années 1990, environ 33 % des enfants maasai étaient scolarisés à l'école primaire – contre une moyenne nationale deux fois supérieure à cette époque –– et une infime minorité parvenait au niveau secondaire. Leur scolarisation qui se déroulait dans des conditions précaires n'avait en définitive que peu d'impact sur leur mode de vie ; le premier cycle terminé, les anciens élèves menaient une vie similaire à celle de leurs camarades non scolarisés. Considérée par la majorité des Maasai rencontrés comme un moyen d'intégration dans la société globale, l'école était davantage jugée dans sa capacité d'alphabétisation en *swahili* (langue nationale du pays et langue d'enseignement dans le premier cycle) que dans les débouchés qu'elle était susceptible d'offrir.

La scolarisation secondaire ayant considérablement augmenté en Tanzanie ces dernières années, une nouvelle étude a été initiée en 2009 sur l'impact de cette évolution sur les Maasai. S'ils demeurent parmi les plus faiblement scolarisés du pays, ils sont aujourd'hui plus nombreux sur les bancs de l'école, y compris secondaire. L'augmentation de l'offre scolaire, la gratuité de l'école primaire depuis 2001, les fortes pressions en faveur de la scolarisation et la constante dégradation du pastoralisme entraînant une paupérisation importante, se conjuguent pour inciter les Maasai à scolariser davantage leurs enfants. Si l'alphabétisation en *swahili* est toujours aussi nécessaire, elle n'est plus considérée comme suffisante pour la majorité des parents rencontrés qui voient désormais dans l'école et ses éventuels débouchés, un moyen de diversifier leurs sources de revenus. Non seulement la perte des troupeaux rend la transmission du savoir pastoral moins impérieuse - contrairement aux savoirs scolaires qui, eux, se révèlent et sont perçus comme davantage pertinents - mais la diminution du nombre de bêtes libère également les enfants (notamment les garçons) de la garde quotidienne des troupeaux, leur permettant d'aller à l'école. Il reste que les individus qui perçoivent la scolarisation comme une alternative au mode de vie pastoral sont souvent ceux qui n'ont pas les moyens de payer les frais qu'engendre la scolarisation secondaire, ce qui limite les perspectives d'emploi.

Nathalie BONINI < CITERES
bonini@univ-tours.fr
http://citeres.univ-tours.fr/

Elèves d'une école primaire *dans un village du district de Monduli (2009)*

© Nathalie BONINI < CITERES

Le duc Louis II de Bourbon en campagne vers 1380.
Son écuyer porte à ses côtés son heaume de parade au plumail de paon, cimier héréditaire des ducs de Bourbon bientôt supplanté par le cimier à fleur de lis partagé par tous les princes du sang. Son bacinet à mézail, véritable protection de guerre, se contente de quelques plumes décoratives.

Le CIMIER, *un univers de signes et d'idées*

Aux décors improbables qui ornent les casques des chevaliers du Moyen Âge, l'héraldique a donne le nom de « cimiers ». Ont-ils vraiment été réalisés ? Quels liens ces figures entretiennent-elles avec les armoiries ? Quelles peuvent-être la signification et la fonction de ces signes ?

Le Moyen Âge nous a laissé l'image d'un chevalier chatoyant, couvert d'armoiries depuis son écu, sa bannière en passant par le caparaçon de sa monture, jusqu'au sommet de son heaume souvent orné de figures monstrueuses, comiques ou fantastiques. Cette image, que répètent à l'envie les miniatures, traités de tournois, sceaux équestres et vitraux, nous est aujourd'hui familière. A quelle réalité renvoie-t-elle ?

Longtemps délaissés par les héraldistes et les historiens comme le simple produit de la fertile imagination des hommes du Moyen Âge, ces cimiers interpellent aujourd'hui les spécialistes, notamment au Centre d'Etudes Supérieure de Civilisation Médiévale (CESCM - UMR 6223 CNRS/Université de Poitiers) dans le programme Culture écrite, culture visuelle. A l'origine simples reproductions des armoiries de l'écu peintes sur le casque, ces signes gagnent progressivement en volume, en taille et en autonomie sémiologique. A tel point que, dès le milieu du XIII[e] siècle, les cimiers composent un système de signes spécifique, lié aux armes de l'écu et à la science héraldique mais investi d'une multitude d'autres fonctions, parfois difficiles à appréhender et pourtant essentielles pour saisir aujourd'hui les goûts et les mentalités du temps.

Une fonction emblématique et symbolique

De nombreuses civilisations ont cherché à valoriser leurs guerriers en parant leurs casques d'ornements, plumes et cornes, visant à amplifier leur taille, à effrayer leurs adversaires, à les investir des vertus de tel ou tel animal. Toutefois, si le lien formel entre les pratiques antiques ou germano-scandinaves et les usages médiévaux est évident, la continuité fonctionnelle et symbolique entre ces "cimiers" est quasi inexistante. Le développement d'un décor emblématique appliqué spécifiquement sur la défense de tête n'apparaît pas avant la seconde moitié du XII[e] siècle avec les premières armoiries. Le choix de ce support précis pour exposer les armes, en complément du bouclier et de la bannière, est à mettre en relation avec la fonction spirituelle et identificatrice de la tête, siège de l'âme et principal élément de singularité. Ces premiers "cimiers" (1150-1200) prennent, comme sur le célèbre émail de Geoffroy Plantagenêt, la forme de peintures héraldiques appliquées directement sur le casque, d'abord de type "casque à nasal" qui laisse donc partiellement visible le visage, avant d'orner les heaumes cylindriques qui bientôt le dissimulent (1200-1250). Le casque devient alors masque et son décor se charge d'une fonction emblématique et symbolique toujours plus riche. Dès la fin du XII[e] siècle en effet, ces heaumes fermés s'ornent de figures en volume, le plus souvent en trois dimensions, inspirées ou non par les armoiries du combattant. Ainsi en 1189, d'après son sceau, Richard Cœur de Lion porte le lion de ses armes en volume sur son casque.

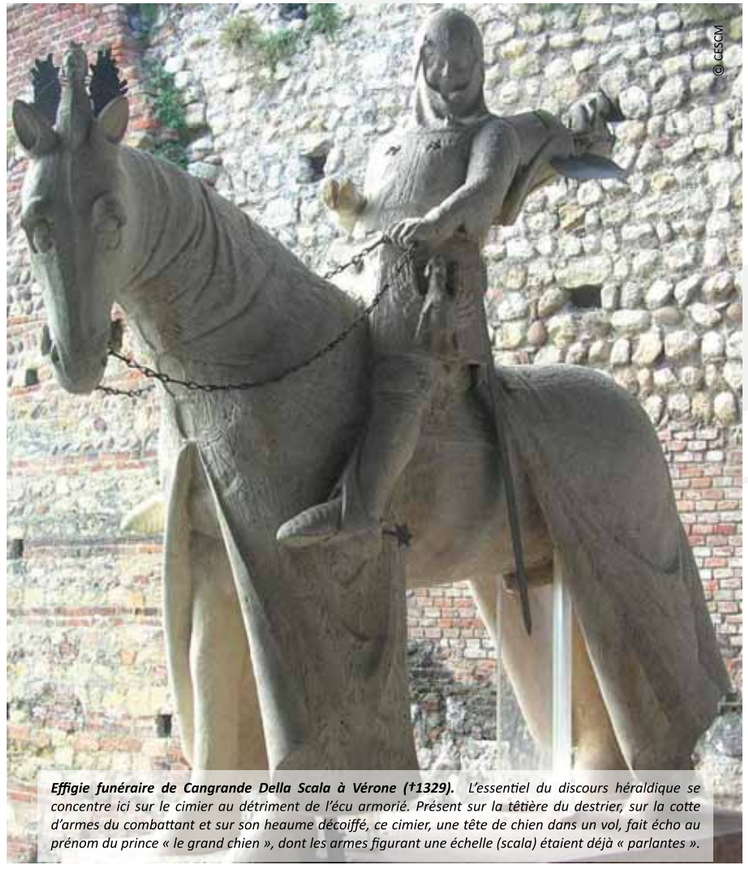
La « panoplie emblématique » d'Olivier de Clisson *sur le fronton de son hôtel parisien vers 1400. Son cimier, un vol semé de M, l'identifie au même titre que ses armes au lion, son chiffre, le M couronné, et son mot : POUR CE QUIL ME PLET.*

« Le casque [...] se charge d'une fonction emblématique et symbolique »

En revanche Renaud de Dammartin, au début du XIII[e] siècle, choisit des fanons de baleine, sans doute pour s'approprier les vertus de ce mystérieux animal. Quoiqu'il en soit à partir du milieu du XIII[e] siècle, les cimiers en relief supplantent progressivement les casques peints et ce nouveau registre emblématique se diffuse rapidement à travers toute l'Europe dans la pratique et dans l'image.

Proclamer son identité chevaleresque

Les sources héraldiques reflètent clairement le succès de cette nouvelle figure mise en valeur dans la composition du type de "l'écu penché timbré" adoptée par tous les porteurs d'armoiries : chevaliers, bourgeois, personnes morales, personnages imaginaires. La capacité emblématique du cimier lui permet même de se substituer aux armoiries pour identifier une personne ou ses biens. Les raisons de ce succès et de ce potentiel emblématique s'expliquent à la fois par la symbolique éminemment chevaleresque qui reste attachée à cet objet et par la progressive autonomie emblématique acquise par les cimiers.



Effigie funéraire de Cangrande Della Scala à Vérone (†1329). *L'essentiel du discours héraldique se concentre ici sur le cimier au détriment de l'écu armorié. Présent sur la têtière du destrier, sur la cotte d'armes du combattant et sur son heaume décoiffé, ce cimier, une tête de chien dans un vol, fait écho au prénom du prince « le grand chien », dont les armes figurant une échelle (scala) étaient déjà « parlantes ».*

Le heaume cimé ou "timbre" est en effet l'attribut spécifique du chevalier à mesure que les boucliers disparaissent du champ de bataille dans le courant du XIV[e] siècle. Toutefois, ce heaume orné est désormais surtout utilisé dans le cadre des tournois qui deviennent alors de véritables conservatoires des valeurs chevaleresques. Ainsi, à la veille des joutes, la "montre des heaumes" permet de présenter les participants et d'exposer leurs vertus. A la guerre en revanche, les princes se font précéder de leur heaume de parade orné de son cimier, véritable outil de représentation destiné à mettre en scène leur identité chevaleresque. Timbrer ses armoiries d'un heaume cimé, c'est donc proclamer publiquement son identité chevaleresque pour en revendiquer la noblesse, la capacité militaire ou les privilèges sociaux. Les pouvoirs ne s'y trompent pas qui tentent, en un temps ou ces signes peuvent faire preuve juridique, de limiter aux seuls nobles l'usage des cimiers.

Le sceau du duc Louis Ier de Savoie.
Son animal emblématique, l'aigle, est paré du heaume héréditaire des princes de Savoie, un mufle de lion dans un vol. La fusion entre la tête de l'animal et le visage du combattant, la capacité de l'aigle à porter la bannière de Savoie contribuent à souligner la fonction totémique de ces emblèmes.

Des figures chargées de sens

Par ailleurs, les emblèmes qui figurent sur ces casques, s'ils s'inspirent fréquemment des motifs des armes, adoptent parfois des formes et des sujets très différents, bien plus souples et variées que les figures héraldiques. Destinés à faire peur, à choquer ou encore à faire rire, ces végétaux, objets de la vie courante, chimères animales ou figures légendaires composent ces cimiers choisis au gré de la fantaisie de leur utilisateur. Ils tendent d'ailleurs à se fixer dans leurs formes, à se transmettre dans le cadre du fief ou de la famille, à se charger de sens à la fois symbolique, emblématique, féodal et dynastique. Les cimiers permettent donc de mettre en signe un certain nombre d'éléments de l'identité que les armes n'assumaient pas tels que les origines légendaires du lignage, dans le cas du cimier au dragon ou à la mélusine par exemple, de la parenté large comme l'exprime le cimier au cygne ou celui à fleur de lis, de la dimension totémique de l'animal emblème, comme dans le cas du cimier au mufle de lion des ducs de Savoie ou de celui à tête de chien des Della Scala de Vérone, de la fraternité d'armes ou de la clientèle politique.

Se pose toutefois la question de la réalité matérielle de ces milliers de cimiers que nous donnent à connaître les sources médiévales. Seuls quelques rarissimes exemples nous sont parvenus et, a priori très peu furent réalisés, révélant l'importance du virtuel dans les mentalités médiévales. Le cimier, quand il existe, est d'abord le déguisement d'un chevalier idéel, dont l'objet est de confondre dans un même univers onirique la réalité de la guerre et le rêve du tournoi.

Laurent HABLOT < CESCM
Laurent.Hablot@univ-poitiers.fr
http://www.mshs.univ-poitiers.fr/cescm/

© CESCM

Chants de la messe de Noël et neumes de Saint-Gall. *Ensiedeln, Stiftbibliothek, ms. 121, p. 30 (10e siècle).*

L'écriture musicale, *une invention médiévale*

Bien que les civilisations anciennes aient ponctuellement utilisé des systèmes de représentation écrite de la musique, c'est véritablement au Moyen Âge que l'on a « inventé » les signes qui sont à l'origine de la notation musicale d'aujourd'hui.

Diffusion du répertoire officiel de l'Eglise latine : oralité et écriture

Les chants associés à la liturgie ont été transmis oralement des origines du christianisme à l'époque carolingienne (8e-9e siècles). Selon les régions, des textes et des mélodies différents étaient chantés pour une même fête. Sous l'impulsion de Pépin le Bref et Charlemagne, une vaste réforme liturgique a permis d'imposer un répertoire musical commun à toute la Chrétienté latine : c'est le chant "romano-franc" ou chant grégorien. Ce corpus comprend plusieurs centaines de textes et de mélodies associés à la célébration quotidienne de la messe et des offices. Les chants ont pour fonction première d'encadrer la psalmodie (récitation des psaumes), qui est au cœur de la liturgie. Certaines parties des pièces les plus simples sont interprétées par le chœur des religieux, en alternance avec un petit groupe de chanteurs plus spécialement formé à la discipline musicale. Les pièces les plus virtuoses font intervenir des solistes.

La maîtrise d'un aussi vaste répertoire nécessite de longues années d'apprentissage et de mémorisation. La législation carolingienne *(Admonitio generalis 789)* se montre particulièrement soucieuse d'assurer une transmission correcte du répertoire romano-franc. Le chant est inclus dans le programme des écoles monastiques, aux côtés du latin, des psaumes, du comput. La règle des chanoines de Saint-Chrodegang, évêque de Metz, invite les plus expérimentés à encadrer et soutenir les plus jeunes au sein de la *schola cantorum*. Certaines communautés religieuses font appel à des chanteurs venus de Rome et censés détenir la tradition la plus pure.

L'effort pédagogique qui permet la diffusion orale du répertoire romano-franc s'accompagne d'une réflexion théorique dont les premières traces sont présentes dans des sources du 9e siècle : pour la première fois depuis les Grecs, la musique se dote d'une écriture et d'une grammaire. Les premiers traités tentent de décrire les règles du langage musical. Des "tonaires" proposent un classement des mélodies grégoriennes en fonction de leurs caractéristiques musicales.

« vraisemblablement le fruit d'initiatives individuelles »

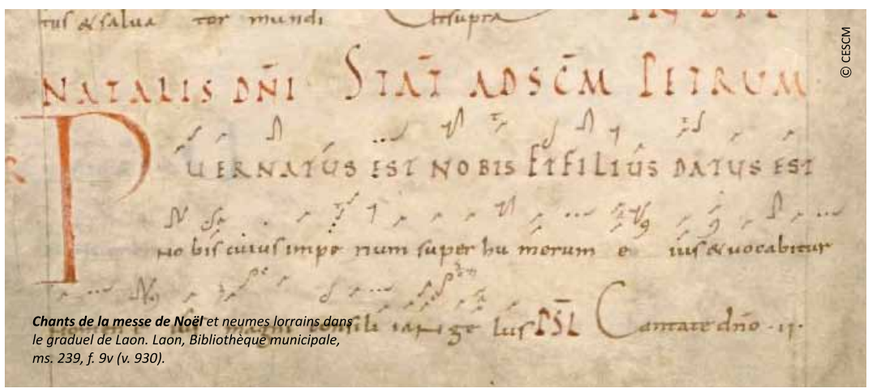
Si les premiers essais de notation semblent remonter à la première moitié du 9e siècle, il faut attendre encore une centaine d'années pour que les écritures neumatiques servent à noter non pas des pièce éparses, mais la totalité du répertoire, comme en témoignent les premiers livres de chant entièrement notés.

Origine des neumes

Contrairement à ce que l'on peut observer dans le domaine de l'écriture des textes, avec la généralisation de la minuscule caroline, les souverains carolingiens ne semblent pas être directement intervenus dans la mise au point des premières notations musicales.

Les chercheurs ont longtemps débattu pour savoir si un "d'archétype" noté, un livre de chant a pu servir de modèle pour la diffusion du chant romano-franc, mais rien ne permet de le prouver formellement.

L'invention de la notation musicale est vraisemblablement le fruit d'initiatives individuelles, localisées, et quelque peu expérimentales. A cette époque et pour plusieurs siècles encore, il existe non pas une mais plusieurs familles de notations neumatiques : notations lorraine (messine), bretonne, paléofranque, sangallienne, allemande, hispanique (wisigothique), aquitaine, française, bénéventaine, etc. Selon les régions, les copistes utilisent des graphies différentes pour transcrire des mouvement mélodiques, des indications rythmiques et des nuances d'interprétation semblables.



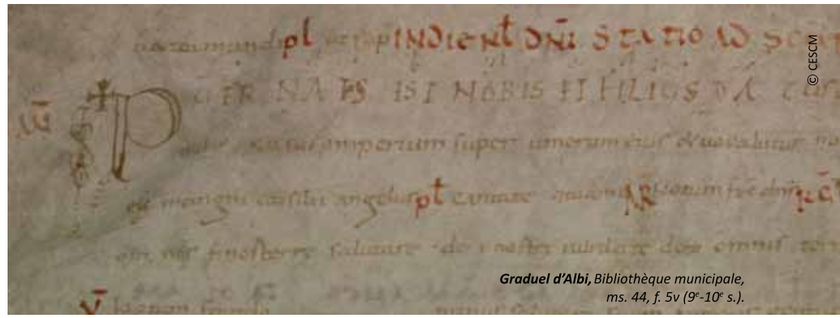
© CESCM

Chants de la messe de Noël *et neumes lorrains dans le graduel de Laon. Laon, Bibliothèque municipale, ms. 239, f. 9v (v. 930).*

L'origine des graphies neumatiques suscite depuis longtemps la curiosité des chercheurs. L'étude des différents type de notation, d'une part, celle des traités de musique et de grammaire latine, d'autre part, ont donné lieu à différentes hypothèses et nourri de nombreux débats. Longtemps, on a considéré que les graphies de neumes étaient dérivées des signes d'accentuation (accents prosodiques) de la langue latine ou des signes de ponctuation des textes. A première vue, l'analogie paraît d'autant plus naturelle que l'accentuation comme la ponctuation donnent lieu à des inflexions ascendantes et descendantes de la voix, soit au sein des mots (accents aigu, circonflexe, grave sur telle ou telle syllabe), soit au sein de la phrase (inflexions liées au sens et à l'articulation syntaxique). Selon cette hypothèse, la notation musicale serait une sorte d'amplification et de spécialisation d'un système graphique permettant de transcrire des inflexions qui ne sont pas mélodiques à proprement parler, mais néanmoins d'ordre musical. Traités de grammaire et traités de musique médiévaux utilisent un vocabulaire qui contribue à cette assimilation entre les notions de ponctuation, d'accentuation et de ligne mélodique, mais qui reste difficilement interprétable. D'autre part, les théoriciens de cette époque ne disent rien ou presque de l'existence des notations neumatiques et de la forme qu'adoptent les neumes.

Quoi qu'il en soit, l'apparition de signes tels que les neumes pour noter la musique est inséparable du contexte de renouveau de la langue latine à l'époque carolingienne. Le neume est un signe qui donne des informations d'ordre mélodique et qui a une valeur rhétorique. Il représente un ou plusieurs sons placés sur la même syllabe de texte. Les neumes peuvent présenter de nombreuses variantes graphiques permettant d'indiquer des notes longues ou brèves, structurelles ou ornementales, vibrées, liquescentes, répercutées, c'est à dire toute une palette de nuances nécessaires à une transmission fidèle du répertoire musical.

Le perfectionnement remarquable qu'atteignent les écritures neumatiques entre 800 et 950 traduit un besoin nouveau, celui de fixer et de comprendre le fonctionnement des mélodies associées à la célébration de la liturgie. Il témoigne de l'importance qu'acquiert l'acte d'écrire dans la culture médiévale. Même si la tradition orale demeure le vecteur privilégié de la création et de la diffusion de la musique pendant quelques siècles encore, l'invention d'une notation musicale à l'époque carolingienne est la première étape d'une longue évolution au cours de laquelle la musique occidentale devient une discipline complexe, savante, qui se démarque de plus en plus des répertoires que l'on appelle aujourd'hui "musiques traditionnelles" parce qu'elles continuent à se transmettre et à se pratiquer sans l'aide de l'écriture.



© CESCM

Graduel d'Albi, *Bibliothèque municipale, ms. 44, f. 5v (9e-10e s.).*

Christelle CAZAUX-KOWALSKI < CESCM
christelle.cazaux.kowalski@univ-poitiers.fr
http://www.mshs.univ-poitiers.fr/cescm/

Chants de la messe de Noël*, neumes français dans le graduel de l'abbaye de Saint-Denis. Paris, Bibliothèque Mazarine, ms. 384, f. 3 (11e siècle)*

Chercheurs et enfants, *un «LIENSs» privilégié*

21 jeunes patients de l'hôpital Robert Debré ont fait escale quatre jours durant à la Rochelle. Une occasion unique pour eux de découvrir l'océan, le littoral charentais et ses sites historiques.

© Armelle COMBAUD < LIENSs

Embarquement à bord du Orazur

Visite de la Citadelle de Brouage Halles aux Vivres

Atelier découverte des mammifères marins

Les chercheurs du Laboratoire Littoral, Environnement et Sociétés (LIENSs - UMR 6250 CNRS/Université de La Rochelle) et du Laboratoire Sociétés et Système d'observation pour la conservation des mammifères et oiseaux marins (UMS 3419 - CNRS/Université de la Rochelle), ont initié pendant ces quelques jours, leurs jeunes visiteurs aux sciences en abordant avec eux les spécificités et particularités des mammifères marins, de leur anatomie à leur mode de vie ou de déplacement. Les visites des Citadelle de Brouage, du chantier de l'Hermione et de la Corderie royale de Rochefort ont transporté les enfants à la grande époque des pirates et des corsaires.
Puis embarquement pour tous à bord du l'Orazur en compagnie de géographes et biologistes du LIENSs pour une lecture des paysages marins et des usages de la mer. En fin de journée, chacun a reçu son passeport de "Citoyen de l'Océan" des mains de la navigatrice Isabelle Autissier.

Depuis 10 ans maintenant, le CNRS et l'Hôpital Robert Debré (AP-HP) organisent conjointement l'opération **" Les chercheurs font rêver les enfants malades"**. A l'origine, des chercheurs CNRS intervenaient lors d'une émission TV diffusée dans les chambres de l'hôpital. De cette première expérience est née l'idée de faire voyager les enfants aux 4 coins de la France pour leur faire découvrir le monde de la science et provoquer chez eux une sensation de liberté. L'opération est soutenue par La Fondation Hôpitaux de Paris – Hôpitaux de France, l'Association Robert Debré, le Mouvement pour l'Amélioration de l'Environnement Hospitalier (MAEH) et l'association MUSI.K.VIE.

Que de beaux rêves en perspective et pourquoi pas, de vocations !

Olympiades de la Chimie 2011

En 1985, les Olympiades de la Chimie ont été créées pour revaloriser la chimie auprès du grand public et susciter des vocations auprès des lycéens. En région, elles sont organisées par académie, sous la responsabilité d'un enseignant de l'enseignement supérieur avec des professeurs des enseignements secondaire et supérieur pour des élèves de 1ères et terminales scientifiques et technologiques. Les différentes épreuves de ce concours permettent, par de nombreuses séances de travaux pratiques, des visites de laboratoires et de sites industriels, de découvrir la chimie sous un nouvel angle
Le mercredi 11 mai 2011, les représentants du Rectorat, de l'Industrie, de la Recherche et de l'Enseignement ont célébré l'engagement de 23 lauréats vers les sciences en leur remettant un prix.
Pour la première fois, le CNRS décernait un prix sous la forme d'un accueil en stage dans un laboratoire de recherche. Patrice SOULLIE, Délégué régional du CNRS et Dominique MASSIOT, Président du Comité des

Directeurs des Laboratoires d'Orléans, ont remis ce prix CNRS pour la meilleure expérimentation à Justine DEFERT, élève de terminale STL au Lycée Jacques Monod de St Jean de Braye (45).

Matière et atmosphère, leurs mystères bientôt révélés...

Plusieurs équipements scientifiques de pointe arriveront sur le campus CNRS d'Orléans courant 2011. Deux d'entre eux ont fait leur entrée courant mai.

Depuis quelques mois, un bâtiment était spécifiquement en construction au Laboratoire Conditions Extrêmes et Matériaux : Haute Température et Irradiation (CEMHTI - UPR 3079 CNRS) pour accueillir une nouvelle RMN 850 MHz. Livrée le 5 mai, elle est en exploitation et pleinement fonctionnelle depuis la mi-juin. Cette RMN 850 MHZ, la plus puissante en son genre à l'échelle nationale et internationale, apporte une amélioration de la sensibilité et de la résolution pour les études de matériaux solides ou fondus. Elle rejoint la RMN 750MHz installée en 2004 et prend place dans les moyens expérimentaux d'exception qui sont mis à la disposition de l'ensemble de la communauté nationale et internationale dans le cadre de la Très Grande Infrastructure de Recherche RMN Très Hauts Champs (TGIR RMN THC FR 3050) pilotée par Orléans. Cette structure rassemble les six laboratoires français à la pointe de l'équipement et de l'expertise dans les différents domaines d'application de la RMN à très hauts champs magnétiques. La Résonance Magnétique Nucléaire (RMN) est un outil indispensable pour la caractérisation à l'échelle microscopique ou atomique des matériaux. Cette technique permet d'observer sélectivement les noyaux constitutifs des matériaux et d'en tirer des informations détaillées sur leur structure et leurs propriétés.

© Linda JEUFFRAULT

Le financement de la RMN 850 MHz est assuré par le CNRS, la Région Centre et les fonds Européens FEDER

A Orléans, le CEMHTI développe des méthodes originales d'analyse pour caractériser et étudier les propriétés physico-chimiques des matériaux soumis à des conditions extrêmes de haute température et/ou d'irradiation. Le laboratoire entretient de nombreuses collaborations académiques et industrielles locales, nationales et européennes, notamment dans l'élaboration de nouveaux matériaux et l'étude de procédés de fabrication (verres, céramiques, ciments, sels fondus, matériaux pour l'énergie, biomatériaux).

Dominique MASSIOT < CEMHTI
dominique.massiot@cnrs-orleans.fr

http://www.cemhti.cnrs-orleans.fr/instruments/NMR/Default.aspx

© Patrice FERGEAU

Ce nouvel équipement a été financé par la Région Centre, les fonds européens FEDER, le CNRS, l'OSUC et l'Université d'Orléans.

La chambre de simulation atmosphérique HELIOS sera opérationnelle fin 2011.

Au préalable, sa structure de protection de 11 tonnes a été installée sur le toit de l'Institut de Combustion Aérothermique Réactivité et Environnement (ICARE - UPR 3021 CNRS) le mardi 10 mai 2011.
HELIOS a la forme d'une demi-sphère de 90 m³ (6m de diamètre) constituée d'un film transparent aux rayonnements solaires pour simuler l'atmosphère terrestre. Elle est dotée d'instruments de mesure de pointe qui seront pilotés par l'équipe "réactivité atmosphérique" qui se consacre à la caractérisation et au devenir des polluants dans l'air extérieur ou intérieur. Son objectif est une meilleure compréhension des phénomènes environnementaux liés à la qualité de l'air et aux changements climatiques.

HELIOS est la première installation de cette envergure en France et la 3ème en Europe. Elle sera accessible à la communauté scientifique nationale et internationale et initiera une forte collaboration d'ICARE avec de nombreux partenaires académiques et industrielles.

Abdelwahid MELLOUKI < ICARE
abdelwahid.mellouki@cnrs-orleans.fr

http://www.cnrs-orleans.fr/webicare/

Chimie à bord *de la Station Spatiale Internationale*

© ESA

Expérience d'exposition de molécules organiques, *Expose-R, à bord de la station spatiale internationale*

La matière organique présente au sein de tous les êtres vivants proviendrait en grande partie des météorites, des micrométéorites et des comètes. Pour comprendre comment cette matière subit un séjour dans l'espace, des molécules sont exposées à ces conditions extrêmes à bord de la Station Spatiale Internationale.

Les molécules issues de la chimie du carbone (autrement dit la "matière organique") sont universelles. Entre les étoiles, l'espace est extraordinairement vide et froid. Pourtant, les scientifiques ont découvert il y a un demi-siècle que des réactions chimiques d'une étonnante complexité y ont cours : les briques élémentaires du vivant y sont façonnées. Partout dans l'espace, les radioastronomes ont détecté et analysé des molécules organiques. De toutes les molécules synthétisées, ce sont les composés basés sur la chimie du carbone qui présentent la plus large diversité et la plus grande complexité. Dans les nuages interstellaires, au sein des météorites, des micrométéorites et dans les comètes, la matière carbonée est présente partout. A présent, les scientifiques s'accordent à penser que si la vie existe ailleurs, elle se serait développée sur une base carbonée, à l'image de celle élaborée sur la Terre primitive.

Des molécules organiques dans l'espace

D'après les modèles de formation de la Terre, peu de carbone était présent au début de l'histoire de la Terre, il y a plus de 4,5 milliards d'années. Il aurait été en grande partie importé de l'espace par des corps célestes. Nombre de molécules organiques importantes pour le vivant y ont été identifiées : par exemple, au sein des météorites dites carbonées, on trouve jusqu'à 5 % de matière organique. Dans la météorite de Murchison, météorite tombée en Australie en 1969, plus de 70 acides aminés ont été détectés et 8 d'entre eux sont les constituants des protéines actuelles et certains d'entre eux sont asymétriques, créant un déséquilibre qui a pu être amplifié au cours de l'évolution vers le vivant. Des sucres, mais aussi les bases de certains acides nucléiques y ont aussi été identifiés.

Deux ans d'exposition en orbite terrestre

Mais comment cette matière organique a-t-elle supporté les effets des rayonnements ultra-violets (UV) ? C'est ce à quoi tente de répondre l'expérience EXPOSE-R réalisée à bord de la Station Spatiale Internationale. Cette expérience a été installée à l'extérieur du module russe de la station en mars 2009 et a été rapportée par la navette spatiale Discovery le 9 Mars 2011 après deux années en orbite.

« mieux comprendre la nature et l'évolution de la matière organique »

Les échantillons ont été retournés dans les divers laboratoires européens participant à l'expérience, en avril 2011. Les analyses sont actuellement en cours. Dans l'équipe d'Exobiologie du Centre de Biophysique Moléculaire d'Orléans (CBM - UPR 4301 CNRS), les molécules sont analysées par chromatographie gazeuse couplée à un spectromètre de masse. Le but est d'identifier et de quantifier les dégradations potentielles subies par les molécules exposées aux UV, mais également d'analyser d'éventuels produits synthétisés au cours de l'exposition. L'objectif de ce projet est de mieux comprendre la nature et l'évolution de la matière organique présente dans les environnements extraterrestres et leurs implications dans l'évolution du vivant. Cette expérience permettra aussi de mieux comprendre les interactions entre les molécules organiques et la matière minérale. En effet, des grains, sorte de paillettes faites de carbone et de silicate, jouent un rôle essentiel de catalyseur dans l'élaboration des molécules.

La synthèse en laboratoire des molécules du vivant

D'autres expériences sont menées en parallèle en laboratoire où les conditions de vide, de température et d'irradiation sont davantage maitrisées que dans l'espace. Ainsi, outre des irradiations d'analogues de météorites, des irradiations de glaces (analogues de comètes) sont mises en œuvre, comme par exemple, à l'Institut d'Astrophysique Spatiale d'Orsay. L'analyse des résidus issus de ces glaces a permis d'identifier des molécules d'intérêt biologique et en particulier de l'hydantoïne. Cette molécule contenant du carbone, de l'azote, de l'oxygène et de l'hydrogène sous la forme d'un composé hétérocyclique, pourrait être essentielle à la synthèse des protéines du vivant.

A la recherche de traces de vie sur Mars

En 1600, Giordano Bruno après 8 ans de procès, a été brulé vif pour avoir, entre autres, émis une théorie selon laquelle *« les étoiles sont telles le Soleil et ainsi accompagnées de planètes »*. 395 ans plus tard, en 1995, Michel Mayor et Didier Queloz découvraient la première planète extrasolaire. Depuis, de nombreuses planètes (plus de 500) ont été détectées. Cependant, si les constituants de la vie se trouvent partout dans l'Univers et peuvent être, pour la plupart d'entre eux, facilement synthétisés en laboratoire, la vie, quant à elle n'a pas livré tous ses mystères et n'a été identifiée que sur Terre. Plusieurs laboratoires du campus orléanais s'emploient donc à relever ce challenge et participent à la mise au point de l'expérience ExoMars prévue pour 2018 à la recherche des premières traces de vie sur Mars.

Marylène BERTRAND < CBM
marylene.bertrand@cnrs-orleans.fr
http://cbm.cnrs-orleans.fr/

Démontage, avant son retour sur Terre, *de l'expérience Expose-R après deux années d'exposition sur la Station Spatiale Internationale.*
© ESA

© CBM/Les Petits Débrouillards

Simulation d'une mission robotique d'exploration de Mars

L'équipe d'Exobiologie du CBM a proposé une découverte de la planète Mars à des élèves de primaire et de collège. Avec l'aide des Petits Débrouillards, une portion de la surface de Mars a pour cela été reconstituée. Les enfants se sont immiscés dans la peau des ingénieurs de la NASA ou de l'ESA et ont tenté de contrôler à distance le véhicule "Débrouillot-Mars 1" et d'observer des roches à la surface du sol. Ils ont été confrontés aux mêmes difficultés qu'une vraie mission martienne (puissance du véhicule, limite de temps de contrôle, qualité des images,...).
Cette reconstitution a eu lieu dans le cadre du 2ème festival "UniverCités" les 7 et 8 juin. Elle a permis à ces "scientifiques en herbe" d'observer des roches analogues à celles de Mars. Provenant du monde entier, elles font partie des collections utilisées par la communauté ExoMars. Certaines contenaient d'ailleurs des fossiles, peut être proches de ceux qui pourraient être trouvés sur Mars.

Astronomie

Vue panoramique de la station LOFAR FR606 à Nançay.
A gauche : Containeur électronique.
Au milieu : Antennes basses fréquences.
A droite : Antennes hautes fréquences.

© I.COGNARD

LOFAR, un radiotélescope nouvelle génération

© AEROPHOTO EELDE

***Vue aérienne du cœur de LOFAR**, sur un terrain spécialement préparé entre Exloo et Buinen au nord-est des Pays-Bas.*

La Station de Radioastronomie de Nançay (SRN - USR 704 CNRS/Observatoire de Paris/Université d'Orléans) accueille l'une des stations internationales du réseau LOFAR *(The Low-Frequency ARray*, ou réseau basses fréquences). Il fournit les premières données scientifiques depuis novembre dernier et ouvre de nouveaux champs de recherche.

Les radiotélescopes actuellement en service sont pour l'essentiel d'immenses antennes paraboliques, qui peuvent atteindre 100m de diamètre, et dont le pointage (direct ou, comme au télescope décimétrique de Nançay, indirect) se fait mécaniquement. Des progrès, notamment en électronique numérique et traitement du signal, ont permis de concevoir LOFAR comme un instrument entièrement différent, combinant de manière extrêmement sophistiquée les signaux d'antennes très simples mais en très grand nombre, sur un principe bien adapté aux grandes longueurs d'onde étudiées (λ de 1,25 à environ 10 m, soit des fréquences de 30 à 240 MHz).

En effet, bien que la radioastronomie commence à λ = 15 m, elle s'est développée aux longueurs d'onde plus courtes (typiquement 20 cm) où la résolution angulaire est meilleure, les parasites moins intenses et nombreux, et l'ionosphère et les plasmas interplanétaire et interstellaire moins gênants qu'aux basses fréquences (BF). La radioastronomie BF s'est donc limitée à des instruments de surface modeste, et s'est concentrée sur des sources intenses comme Jupiter, le Soleil et certains pulsars.

Vers le milieu des années 1990 de nouvelles méthodes ont été mises en œuvre au VLA (Nouveau-Mexique) pour corriger les perturbations ionosphériques. Les progrès technologiques dans le domaine des récepteurs, et les puissances de calcul disponibles en forte croissance ont fait germer l'idée d'un très grand réseau basses fréquences. C'est ainsi que LOFAR a vu le jour aux Pays-Bas et qu'à partir de 2006-2007, ce programme scientifique s'est ouvert à des partenariats européens, dont la communauté française.

« LOFAR se déploie à l'échelle du continent »

Une quinzaine de chercheurs, dont plusieurs du Laboratoire de Physique et Chimie de l'Environnement et de l'Espace (LPC2E - UMR 6115 CNRS/Université d'Orléans) à Orléans, participent activement à son exploitation et une quinzaine d'autres leur sont associés.

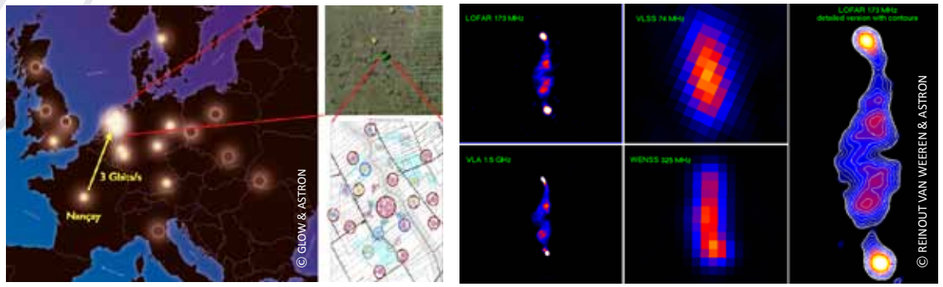
Un interféromètre nouvelle génération

La combinaison des signaux reçus par LOFAR permet de reconstituer des images du ciel radio. LOFAR est formé de stations regroupant chacune deux jeux (gammes basse et haute fréquence) d'antennes élémentaires combinées pour former l'équivalent d'une grande antenne unique. LOFAR se déploie à l'échelle du continent, avec une cinquantaine de stations : 22 dans un cœur dense sur quelques kilomètres aux Pays-Bas, 18 distantes jusqu'à environ 100 km ; enfin 8 stations internationales dont une à Nançay, à 700 km du cœur, qui vient d'être inaugurée le 20 mai dernier. Ces stations internationales comprenant chacune 96 antennes élémentaires dans les deux gammes de fréquence ont un rôle important en fournissant des lignes de base très longues, améliorant la résolution des images. Chaque station est raccordée au centre de calcul à Groningen (Pays-Bas) par une fibre optique de débit supérieur à 3 Gbits/seconde. Ainsi, le super-ordinateur Blue Gene du centre de calcul reçoit près de 150 Gbit/seconde, à traiter en temps réel. Au total, près de 50 000 antennes (dipôles croisés) forment une surface collectrice plus de 20 fois supérieure à celle des instruments BF de génération précédente comme le Réseau Décamétrique de Nançay. Cette surface, couplée à des algorithmes de suppression des parasites radio, confère à LOFAR une sensibilité 10 à 100 fois supérieure à celle des instruments existants, tandis que sa dimension internationale lui donne une résolution angulaire d'une seconde d'arc (l'œil d'un pilote de ligne vu depuis le sol), 10 à 100 fois plus élevée que l'existante.

L'accès à la polarisation complète des ondes radio par LOFAR permettra d'aborder des sujets aussi divers que la distribution de la matière pendant l'ère de la réionisation de l'Univers (400 millions d'années après le Big Bang), la formation des galaxies, les amas de galaxies, le champ magnétique de notre propre galaxie et des galaxies lointaines, la cartographie profonde du ciel radio, l'étude du Soleil, la détection des rayons cosmiques de très haute énergie et celle de milliers de sources transitoires et rapides comme les planètes, les pulsars, les explosions d'étoiles, les trous noirs... et peut-être même les exoplanètes.

***Les stations de LOFAR à trois échelles :** cœur, Pays-Bas, et Europe. Les stations masquées par un disque sombre sur l'image de gauche ne sont pas (encore) construites.*

***A droite : Une première image de la radiosource extragalactique 3C61** (un Noyau Actif de Galaxie, alimenté par un trou noir supermassif) à 173 MHz avec les antennes de plusieurs stations LOFAR combinées. Milieu: Comparaison avec les images obtenues par d'autres radiotelescopes dans la même gamme de fréquences.*



Des tests aux premières découvertes

Aujourd'hui la construction est quasiment terminée. Les observations ont démarré, et le télescope a été inauguré en juin 2010 aux Pays-Bas. Actuellement, l'instrument est en phase de "*commissionning*" : vérifications, tests opérationnels, mise en place des procédures d'observation et d'analyse des données, etc. qui vont se poursuive durant l'année 2011, mais les premières découvertes scientifiques ont déjà eu lieu et les premiers articles viennent d'être publiés. LOFAR entrera ensuite dans sa phase d'exploitation intensive, que les scientifiques espèrent très riche de résultats. Dès maintenant, un projet d'extension de la station à Nançay est à l'étude : une "SuperStation" (LSS) qui permettrait d'accroître 10 à 20 fois le nombre d'antennes, pour un coût modéré. Seule ou comme élément du réseau, la LSS augmentera considérablement les performances de l'instrument.

Au-delà de son intérêt scientifique propre, LOFAR est un précurseur technologique d'un autre projet en collaboration mondiale : SKA *(Square Kilometer Array)*, qui sera aux longueurs d'ondes décimétriques-centimétriques ce que LOFAR est à la radioastronomie métrique-décamétrique.

Jean-Mathias GRIESSMEIER < LPC2E
jean-mathias.griessmeier@cnrs-orleans.fr

Philippe ZARKA < LESIA
philippe.zarka@obspm.fr

Michel TAGGER < LPC2E
Michel.Tagger@cnrs-orleans.fr

Ivan THOMAS < SRN
ivan.thomas@obs-nancay.fr

Laurent DENIS < SRN
laurent.denis@obs-nancay.fr

http://www.obs-nancay.fr/lofar/

© Eric DARROUZET < LCPC

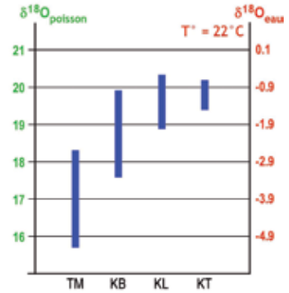
Inauguration de LOFAR à Nançay le 20 mai 2011

L'acquisition et l'implantation de la station LOFAR française ont été financées principalement par l'Observatoire de Paris et l'Institut des Sciences de l'Univers du CNRS, et soutenues par l'Observatoire des Sciences de l'Univers en Région Centre (OSUC - UMS 3116 CNRS/Université d'Orléans/Observatoire de Paris). Les études LSS sont financées par l'ANR. L'OSUC participe à la mise en œuvre de LOFAR et LSS et héberge notamment l'Action Spécifique SKA/LOFAR, formée par l'INSU pour organiser la communauté scientifique radio basses fréquences française. Le LPC2E participe aux tests, au "*commissionning*", à l'organisation et la gestion des projets LOFAR et LSS, et à leur exploitation scientifique. La liaison à haut débit nécessaire a été mise en place, grâce au Plan de Relance et à d'autres financements, par le réseau RENATER qui en assurera l'exploitation.

Le passé climatique de l'Afrique
révélé par des poissons

Trois habitants du bassin tchadien depuis plus de 7 millions d'années. *Le polyptère (Polypterus), le tétraodon (Tetraodon) et le poisson tigre (Hydrocynus) sont présents dans les eaux du bassin tchadien depuis plus de 7 millions d'années comme le démontre la présence de fossiles caractéristiques : les écailles recouvertes d'émail du polyptère, les mâchoires puissantes qui forment le bec du tétraodon et les dents acérées du poisson tigre. Ce sont sur ces fossiles que les mesures géochimiques ont été effectuées.*

Une approche scientifique originale, croisant la paléo-écologie des poissons et la géochimie apporte de premiers résultats sur le changement climatique majeur apparu en Afrique Centrale entre 5 et 7 millions d'années.



Evolution des valeurs de $\delta^{18}O_{eau}$ *des eaux tchadiennes entre 7 Ma et 3 Ma. On observe une augmentation générale des valeurs, en particulier entre 7 Ma et 5 Ma.*

Le Néogène (-23 Ma à l'actuel) est la période de temps qui a vu la mise en place du monde tel que nous le connaissons actuellement. Il débute avec la connexion entre l'Afrique et l'Eurasie au niveau du Moyen-Orient. Il voit le développement des calottes polaires et la mise en place d'un régime climatique avec l'alternance de périodes glaciaires et interglaciaires. C'est dans ce contexte qu'apparaît et se diversifie la faune actuelle, y compris notre famille avec l'émergence du rameau humain en Afrique, il y a environ 8 Ma à 10 Ma. Notre lignée va alors se diversifier sur ce continent jusqu'aux premières dispersions vers l'Eurasie il y a près de 2 Ma. La reconstitution de l'environnement et des contraintes climatiques qui ont vu cette évolution est un des enjeux majeurs des recherches paléontologiques et géologiques actuelles. Tout d'abord parce que l'évolution des hominidés anciens ne peut se comprendre que resituée dans son cadre environnemental. Mais aussi parce que cette connaissance permet d'appréhender les liens entre changement climatique et modification de l'environnement biologique à des échelles de temps long sur les continents, données indispensables pour améliorer les modèles prédictifs de l'évolution des milieux terrestres.

« un riche registre fossile y compris des hominidés anciens »

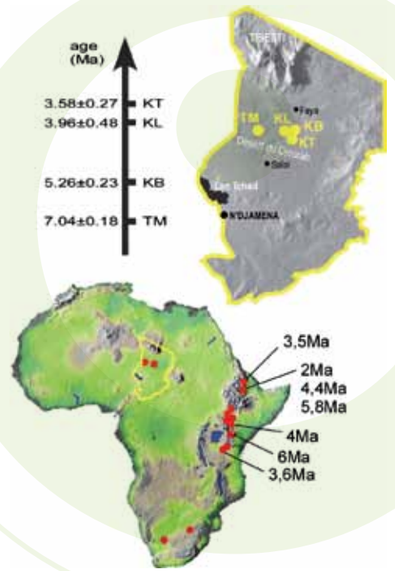
En Afrique centrale, d'où est originaire notre plus vieil ancêtre connu, Sahelanthropus tchadensis, l'évolution des paléo-environnements n'est pas connue. L'analyse des isotopes de l'oxygène dans des fossiles de poissons démontre que la région a subi une aridification ces derniers millions d'années, en particulier entre 7 Ma et 5 Ma.

Des changements environnementaux en Afrique

C'est la qualité de l'enregistrement sédimentaire et notamment sa continuité qui conditionne au premier ordre la connaissance des changements environnementaux dans une région donnée. Cet enregistrement, subcontinu dans les océans, est sporadique sur les continents et directement dépendant du contexte géologique. En Afrique, la plupart des données sur les environnements néogènes (-23 Ma à l'actuel) proviennent de l'Est du continent. Dans cette zone, la tectonique du rift est-africain a permis l'enregistrement de séries subcontinues dans des fossés d'effondrement puis parfois leur mise au jour dans des reliefs néoformés. Ces séries contiennent un riche registre fossile y compris des hominidés anciens. Les indicateurs fossiles et bio-géochimiques indiquent que cette région a subi une aridification progressive sous un double contrôle tectonique et climatique. Comparativement, les paléo-environnements du reste de l'Afrique et leur évolution au cours du temps sont très peu documentés.

Les quatre aires fossilifères du Tchad, qui s'étagent entre approximativement -7 Ma et -3 Ma, constituent à ce titre 4 fenêtres exceptionnelles sur les milieux passés en Afrique Centrale. En outre, deux d'entre elles (TM et KT) ont livré des hominidés, le plus ancien hominidé connu à ce jour, Sahelanthropus tchadensis, et un australopithèque, Australopithecus barhelgazali. Toutes sont interprétées comme l'enregistrement de phases humides marqué par l'extension des milieux aquatiques dans la cuvette nord-tchadienne. L'analyse des faunes indique un environnement mosaïque de savane arborée en bordure de rivières, voire de lacs, et de zones marécageuses.

Plusieurs pistes sont actuellement suivies pour reconstituer l'évolution passée des environnements tchadiens : l'étude paléontologique des différents groupes de vertébrés et des assemblages fossiles, celles de micro-restes végétaux ou encore la biogéochimie isotopique.



Localisation et âge de sites africains *à hominidés anciens et des 4 aires fossilifères néogènes du Tchad.*

$$\delta^{18}O_{eau} = \delta^{18}O_{poisson} - 25.9 + \text{température} / 4.38$$

Une équation à deux inconnues présente une infinité de solutions. Il convient de renseigner l'un de ces termes pour la résoudre. *Celle-ci, établie par Kolodny et al. (1983), décrit la relation entre le ratio des isotopes de l'oxygène dans l'eau et dans les formations squelettiques des animaux en fonction de la température. Pour des organismes fossiles, les inconnues sont la température lors de la précipitation des formations squelettiques des poissons (bioapatite) et le δ18Oeau de l'eau dans laquelle ils vivaient ; en revanche, le δ18Opoisson, préservé dans l'émail est mesuré. Pour connaître le δ18Oeau qui renseigne sur le climat, les chercheurs ont mesuré δ18Opoisson et déduit la température de la paléo-écologie des poissons*

Une approche nouvelle pour étudier l'évolution du climat

Dans un organisme ectotherme, comme les poissons, le fractionnement des isotopes de l'oxygène (exprimé par le $\delta^{18}O$) dépend de la température du milieu et du $\delta^{18}O$ de l'eau de boisson, lui-même fonction des cycles précipitation / évaporation régionaux et/ou locaux. Le $\delta^{18}O_{poisson}$ mesuré dans les tissus squelettiques fossilisés renseigne donc potentiellement sur le climat mais il faut contraindre l'information portant sur la température du milieu pour connaitre la valeur du $\delta^{18}O_{eau}$. Pour cela, c'est l'écologie des poissons qui est utilisée. Effectivement, comme tous les organismes, les poissons sont inféodés à des niches écologiques. Chaque association de poissons correspond à un milieu aquatique donné. Dans le fossile, on reconnaît ainsi une association d'eaux profondes, une autre de marécage, et l'on aura accès à la gamme de températures des eaux dans lesquelles les poissons ont vécu.

Les associations de poissons fossiles du Tchad sont équivalentes à celles d'aujourd'hui. Les milieux d'eaux vives avaient une température comprise entre 20 et 25 °C. En injectant cette donnée dans une équation, les chercheurs ont pu comparer les $\delta^{18}O_{eau}$ des 4 phases humides successives du Tchad entre 7 et 3,5 millions d'années.

Les résultats obtenus et leurs enjeux

On observe un changement dans le régime hydrique qui affecte la région centre-africaine, avec une augmentation du $\delta^{18}O_{eau}$ entre les 4 épisodes humides, notamment entre 7 Ma et 5 Ma. L'interprétation la plus raisonnable est une aridification de la zone au cours du Néogène, aridification particulièrement rapide au début de la période observée.

Les épisodes humides qui affectent le Tchad sont généralement interprétées comme liées au déplacement vers le nord de la Zone de Convergence Intertropicale ce qui renforce la mousson d'été. Il semble donc que son déplacement vers le nord s'amoindrirait au cours du Néogène. Néanmoins, un autre facteur a du jouer entre 7 Ma et 5 Ma. Il est possible que les reliefs est-africains ont atteint à cette époque une altitude seuil, suffisante pour bloquer les masses nuageuses arrivant de l'Océan Indien, favorisant ainsi le recyclage local de l'eau du bassin. La tendance globale à l'aridification de la région centre-africaine mise en évidence serait donc sous le double contrôle de l'évolution globale du climat mais aussi de la tectonique est-africain

Olga OTERO < IPHEP
olga.otero@univ-poitiers.fr
http://iphep.labo.univ-poitiers.fr/

© Thinkstock®

Simulation numérique *et sûreté nucléaire*

Les simulations numériques conçues par l'Institut Pprime se révèlent être des outils de diagnostic précieux. Elles contribuent à une exploitation sûre et efficace de la centrale du Bugey.

Grâce à son parc électronucléaire comprenant 19 centrales (58 réacteurs) qui lui assure plus de 85 % de sa production, la France maintient son indépendance et sa sécurité en besoin énergétique. Cependant, une disponibilité optimale est parfois difficilement atteignable, en particulier en période d'une forte demande, comme cela s'est produit au début de l'hiver 2009. La conjonction d'une période de grand froid et de nombreux arrêts prévus ou non a conduit à une importation d'électricité pendant six semaines en fin d'année. En effet, 18 de ces réacteurs ont été successivement mis à l'arrêt pour diverses raisons : maintenance, rechargement de combustible ou indisponibilité.

Une hausse de température

Situé sur la commune de Saint-Vulbas dans l'Ain, le Centre Nucléaire de Production d'Electricité (CNPE) du Bugey comporte 4 unités de production de 900 MW chacune, soit une puissance totale de 3 600 MW : en 2009, environ 5 % de la production d'électricité française et 40 % de l'énergie consommée dans la région ont été produits sur ce site. Dans le contexte peu favorable à un nouvel arrêt d'unité, un écart de fonctionnement a été observé sur ce site : une hausse inhabituelle de la température du palier hydrodynamique du groupe turbo-alternateur.

Les paliers hydrodynamiques sont des organes mécaniques qui guident et supportent les lourds rotors des turbines à vapeur et des alternateurs, animés d'une vitesse de rotation nominale de 1 500 tr/min. La surface de l'arbre est séparée de la surface du coussinet par une mince couche d'huile minérale d'une épaisseur de l'ordre de 100 micromètres. Le cisaillement du film d'huile provoque une augmentation de la température du film lubrifiant et des matériaux contiguës, comme l'arbre et le coussinet. Ainsi, la sonde de température implantée dans le coussinet proche de la surface active du palier permet la surveillance du bon fonctionnement de celui-ci et donc, de détecter un éventuel dysfonctionnement.

Une collaboration ancienne

Afin de rechercher la cause de la hausse de température observée, des investigations menées par EDF mettent en évidence un débit d'alimentation en huile anormalement faible sur le palier de l'alternateur de la tranche 2 : seulement 10 m^3/h au lieu des 60 m^3/h attendus. Une cellule d'expertise est alors constituée afin d'évaluer l'impact de cette sous-alimentation du palier sur son comportement et sa tenue en conditions nominales et accidentelles. EDF R&D demande la réalisation de simulations numériques du comportement d'un palier opérant en conditions dégradées à un partenaire privilégié et spécialisé dans les études sur les paliers et butées hydrodynamiques : le département Génie Mécanique et Systèmes Complexes (GMSC) de l'Institut Pprime (UPR 3346 CNRS). En effet, EDF et le laboratoire ont une très longue collaboration sur les études des systèmes de guidage et de « supportage » des turbomachines. Ensemble, dans les années 1990, ils ont développé le progiciel EDYOS *(EtudeDYnamique des Organes de Supportage)* qui est un ensemble de codes de calculs de paliers et butées hydrodynamiques et hydrostatiques. EDYOS est un outil indispensable très utilisé tant pour les études spécifiques d'organes de guidage que pour l'étude dynamique de ligne d'arbre. Ainsi, pour répondre à l'expertise, des premiers calculs ont pu être réalisés avec ce progiciel, cependant il a été nécessaire de faire appel aux moyens complémentaires du GMSC.

« un code calcul spécifique développé au département GMSC »

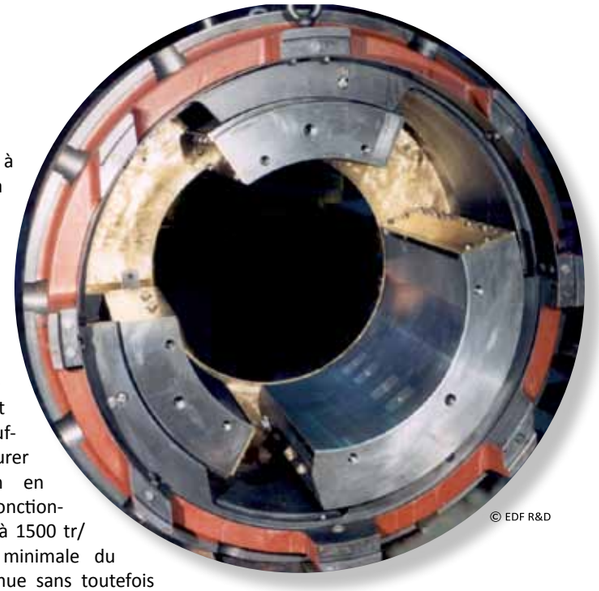
Près de la moitié de son effectif réalise des travaux de recherche en tribologie et lubrification. Les recherches menées sont souvent orientées vers les préoccupations des

© EDF R&D

Opération d'assemblage d'un rotor *sur ces coussinets de guidage en rotation.*

industriels, aussi bien dans le domaine du transport que de la production d'énergie.

Pour ce dernier, le guidage des machines tournantes telles que les rotors verticaux des centrales hydroélectriques ou les lignes d'arbres de groupes turbo-alternateurs de centrales nucléaires est assuré par des paliers et butées hydrodynamiques. Ces composants mécaniques essentiels font la liaison entre le rotor et le stator et la modélisation théorique doit prendre en compte les différents phénomènes influençant leur comportement. En premier lieu, la génération de pression hydrodynamique au sein du film lubrifiant est prédite par la mécanique des fluides minces visqueux. La pression est fonction de la viscosité du fluide qui elle-même est très sensible à la température : les effets thermiques doivent être traités simultanément avec l'effet hydrodynamique. La pression est également fonction de la géométrie du film et donc, les interactions fluide/solides telles les déformations thermiques et mécaniques doivent être calculées. Enfin, il convient de tenir compte de l'alimentation, réalisée au moyen de rainures axiales dans le coussinet. Pour des conditions usuelles, la pression d'alimentation est imposée dans les rainures mais lorsque l'alimentation devient insuffisante, il faut pouvoir modéliser au mieux les conditions de cette sous-alimentation. A l'aide d'un code calcul spécifique développé au département GMSC, il a été possible de vérifier que cette forte sous-alimentation conduisait à une hausse de la température du palier semblable à celle observée sur le site. Les résultats des simulations numériques ont démontré que ce faible débit était malgré tout suffisant pour assurer une lubrification en toute sureté, en fonctionnement nominal à 1500 tr/mn. L'épaisseur minimale du film d'huile diminue sans toutefois atteindre l'épaisseur limite admissible et la température maximale augmente tout en restant en deçà du seuil critique. Les études ont aussi permis de s'assurer du bon comportement du palier lors des régimes transitoires du groupe turbo-alternateur (fonctionnement en survitesse ou en phase de ralentissement). Les conclusions de la cellule d'expertise ont conduit à un avis favorable pour le maintien de la tranche en exploitation sous ces conditions inhabituelles jusqu'à l'arrêt programmé pour maintenance en février 2010. Une surveillance particulière de la température du palier concerné a été réalisée durant cette période. Lors de cet arrêt, la cause du dysfonctionnement a pu être identifiée et corrigée.


© EDF R&D

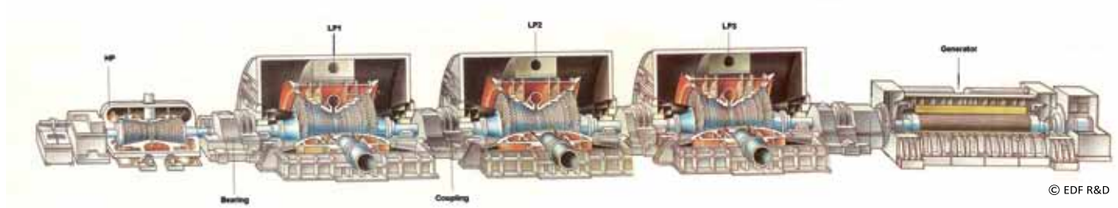
Palier hydrodynamique *à trois patins oscillants.*

Une économie de 6 millions d'euros

La décision de poursuivre l'exploitation de la tranche 2 de Bugey a évité 6 jours d'indisponibilité (arrêt de tranche pour inspection du palier suivi du redémarrage de la tranche) dont le coût en perte d'exploitation aurait représenté plus de 6 millions d'euros. Grâce à ces simulations numériques réalisées, l'exploitation de l'unité a pu se poursuivre en toute sûreté.

Michel FILLON < PPRIME
michel.fillon@univ-poitiers.fr
http://www.pprime.fr

Schéma du Groupe Turbo-Alternateur, composé de plusieurs corps de turbine et de l'alternateur.



© EDF R&D

Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE
DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE

FÊTE DE LA SCIENCE

du 12 au 16 octobre 2011

www.fetedelascience.fr