

2011 ANNÉE  
INTERNATIONALE  
DE LA CHIMIE

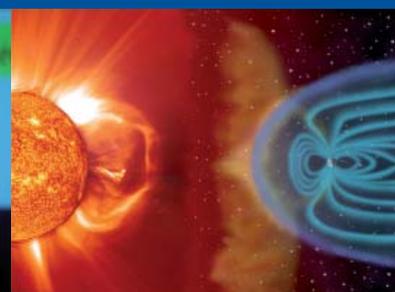
# *La lettre* du Collège de France

# 31

JUIN 2011 N°31  
LEÇONS INAUGURALES MARTIN ABADI /  
CLÉMENT SANCHEZ / JEAN-MARIE TARASCON /  
ELIAS ZERHOUNI  
ÉDOUARD BARD INFLUENCE DU SOLEIL  
SUR LE CLIMAT  
ENTRETIEN JACQUES BOUVERESSE



COLLÈGE  
DE FRANCE  
— 1530 —





en couverture :  
image d'une  
diatomée  
en forme d'étoile  
obtenue par  
microscopie  
à fluorescence  
(en vert,  
les nouveaux  
dépôts de silice,  
en rouge la  
chlorophylle)

# 31 SOMMAIRE

Éditorial  
2011 année internationale de la chimie  
Pr Jean-Marie Lehn 3

## LEÇONS INAUGURALES

Pr Jean-Marie Tarascon 5  
Pr Elias Zerhouni 6  
Pr Clément Sanchez 7  
Pr Martin Abadi 8

DOSSIER  
La chimie  
au Collège de France 9

## CHAIRES

Des accélérateurs pour la géochimie  
Pr Édouard Bard 24  
La vie des idées  
Pr Pierre Rosanvallon 26  
Accueil de jeunes chercheurs étrangers 27  
Interview de Dov Zerah 28

## INTERNATIONAL

Le Collège de France :  
un modèle exportable ? 30  
Le Collège Belgique 31  
Influence du soleil sur le climat  
Pr Édouard Bard 32

## PROFESSEURS INVITÉS

Simon Price 36  
Les religions dans l'Empire romain  
Jacob L. Wright 38  
"Se faire un nom" dans l'ancien Israël  
Andrew Glass 39  
Dictionnaire Gāndhārī informatisé  
Christian Michel 40  
Le titre du tableau  
Luiz Davidovich 42  
Intrication, décohérence et métrologie quantique

CHADOCS 44

## INTERVIEW

Jacques Bouveresse 48

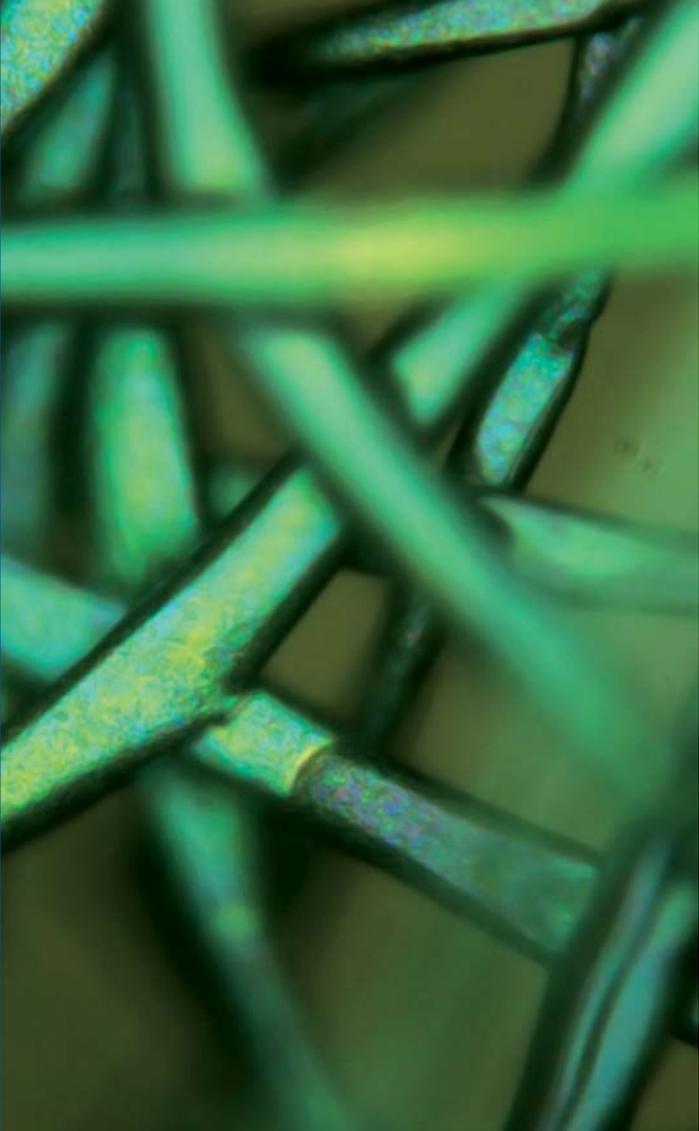
L'ÉDITION NUMÉRIQUE 52

## HOMMAGE

Jacqueline de Romilly 62

PUBLICATIONS 65

AGENDA 71



# 2011 ANNÉE INTERNATIONALE DE LA CHIMIE

Lors de la 63<sup>e</sup> assemblée générale des Nations Unies, 2011 a été proclamée année internationale de la chimie. En France, les acteurs de la chimie sont mobilisés pour promouvoir quatre objectifs : mettre l'accent sur l'importance de la chimie pour un développement durable dans tous les aspects de la vie sur la planète ; accroître chez les jeunes l'intérêt pour la chimie ; susciter l'enthousiasme pour une chimie tournée vers l'avenir ; célébrer les travaux de Marie Curie et la contribution des femmes à la chimie.

À cette occasion, la parole est donnée aux chimistes du Collège de France, à la fois pour rappeler le passé de la discipline, mais aussi et surtout pour présenter les projets et esquisser des perspectives pour l'avenir, dans les trois chaires occupées aujourd'hui par les Prs Marc Fontecave – Chimie des processus biologiques, Clément Sanchez – Chimie des matériaux hybrides et Jean-Marie Tarascon – Développement durable - Environnement énergie et société 2010-2011.

Microfibres d'oxydes de titane obtenues par "electrospinning"  
© LCMCP/MPIKG

ÉDITORIAL



**Pr Jean-Marie Lehn**  
Prix Nobel de chimie  
Titulaire de la chaire de Chimie des interactions moléculaires de 1979 à 2010

## Perspectives en Chimie : moléculaire, supramoléculaire, adaptative...

La chimie joue un rôle central tant par sa place au sein des sciences de la nature et de la connaissance que par son importance économique et son omniprésence dans notre vie quotidienne. Comme elle est présente partout, on finit par l'oublier et elle risque de n'être signalée nulle part. Elle ne se donne pas en spectacle, mais, sans elle, les réalisations que l'on s'accorde à

trouver spectaculaires ne pourraient voir le jour : exploits thérapeutiques, prouesses spatiales, merveilles de la technique, etc. Elle contribue de façon déterminante aux besoins de l'humanité en nourriture et en médicaments, en vêtements et en habitations, en énergie et en matières premières, en transports et communications. Elle fournit des matériaux à la physique et à l'industrie, des modèles et des substrats à la biologie et à la pharmacologie, des propriétés et des procédés aux sciences et aux techniques.

C'est donc aux interfaces entre la chimie, la biologie, la physique et la société que s'ouvrent les voies d'avenir les plus riches. La chimie est ainsi *Science de la structure et de la transformation de la matière*. Elle joue un rôle primordial dans notre compréhension des phénomènes matériels, dans notre capacité d'agir sur eux et de les modifier, de les contrôler et d'en inventer de nouvelles manifestations. Elle est aussi science de transfert, nœud de communication et relais entre le simple et le complexe, entre les lois de la physique et celles du vivant, entre le fondamental et l'appliqué.

La chimie est aussi une industrie, du produit de grand tonnage à la haute technologie la plus innovante, des nanomatériaux aux molécules thérapeutiques finement ciblées.

Depuis environ deux siècles, la *chimie moléculaire* a édifié un vaste ensemble de molécules et de matériaux de plus en plus sophistiqués. De la synthèse de l'urée en 1828 à l'achèvement, dans les années 1970, de la synthèse de la vitamine B12, cette discipline n'a cessé d'affirmer son pouvoir sur la structure et la transformation de la matière.

Notons que la synthèse de l'urée, molécule contenue dans les organismes vivants, démontra aussi qu'il était possible d'obtenir une molécule "organique" à partir d'un composé minéral et qu'il n'était nul besoin d'une mystérieuse "force vitale". Ce fut une profonde modification conceptuelle du rapport entre l'animé et l'inanimé.

Par-delà la chimie moléculaire s'étend le domaine de la *chimie supramoléculaire*, qui s'intéresse non pas à ce qui se passe dans les molécules, mais à ce qui se trame entre elles. Son objectif est de comprendre et de contrôler la façon dont les molécules interagissent les unes avec les autres, se transforment, ignorant d'autres partenaires. Emil Fischer avait, dès 1894, proposé l'image géométrique de la clé et de la serrure, pour décrire la relation entre une enzyme et son substrat. Aujourd'hui, nous parlons de "reconnaissance moléculaire", mettant en œuvre une double complémentarité à la fois géométrique et interactionnelle entre récepteur et substrat, qui représente l'information moléculaire entrant en jeu. La chimie supramoléculaire a ainsi été à l'origine de la perception de plus en plus aiguë, l'analyse de plus en plus profonde et l'application de plus en plus délibérée en chimie du paradigme de l'information dans l'élaboration et la transformation de la matière. Elle a tracé la voie permettant d'aller d'une matière simplement condensée vers une matière de plus en plus hautement organisée, vers des systèmes de complexité croissante. Elle met en œuvre le concept d'information moléculaire dans le but d'acquérir progressivement le contrôle sur les propriétés spatiales (structurales) et temporelles (dynamiques) de la matière et sur sa complexification par auto-organisation.

### La chimie, en plus d'être science de la structure et de la transformation de la matière, est donc aussi science de l'information :

stockage moléculaire de l'information, portée par la molécule, dans sa structure, sa forme, sa composition, lecture et traitement de cette information au niveau supramoléculaire, par les interactions entre les molécules. Au fur et à mesure que ces processus ont été mieux compris, la question s'est posée de leur mise en œuvre pour réaliser la génération, l'édification spontanée mais contrôlée d'architectures supramoléculaires complexes à partir de leurs briques moléculaires en une sorte d'auto-fabrication. Ainsi en chimie, comme dans d'autres domaines, le langage de l'information élargit et étend celui de la constitution, de la structure et de la transformation vers l'élaboration d'architectures et de comportements de plus en plus complexes. Il influencera profondément notre perception de la chimie, la manière dont nous la pensons et la façon dont nous la pratiquons.

Le stockage de l'information au niveau moléculaire et son traitement au niveau supramoléculaire présentent de vastes perspectives où se retrouvent chimie, biologie et physique. En particulier, la mise en œuvre de systèmes chimiques programmés donnant lieu à des phénomènes d'auto-organisation permet d'envisager la génération de nanostructures par assemblage spontané mais contrôlé de leurs éléments, offrant ainsi aux nanosciences et aux nanotechnologies une puissante et attrayante alternative aux techniques de nanofabrication.

La chimie supramoléculaire est aussi une *chimie dynamique*, dont les objets, du fait de la labilité des interactions qui les

lient entre eux, ont la capacité de se modifier : leur constitution peut varier par incorporation, décorporation ou échange de composants. L'extension de cette propriété aux molécules s'est faite par introduction de liaisons résultant de réactions réversibles. Ainsi a émergé une chimie dynamique constitutionnelle qui ouvre sur une nouvelle étape, celle de la *chimie adaptative*, où le système effectue une sélection parmi les briques/composants disponibles pour se construire et devient capable d'adapter la constitution de ses objets en réponse aux sollicitations de stimuli physiques ou d'effecteurs chimiques. Sélection, variation de constitution, adaptation représentent un profond changement de paradigme en chimie, qui acquiert ainsi une coloration darwinienne !

La physique dévoile les lois de l'Univers, la biologie déchiffre les règles de la Vie. Mais on peut arguer que le processus le plus fondamental est celui qui a conduit l'évolution de l'univers vers des formes de plus en plus complexes de la matière : l'auto-organisation. De la matière divisée à la matière condensée puis organisée, vivante et pensante, le déploiement de l'Univers nourrit l'évolution de la matière vers un accroissement de complexité par auto-organisation sous la pression de l'information. La chimie s'inscrit dans le grand projet de la Science comme cette science dont la tâche est de révéler les voies de l'auto-organisation et de tracer les chemins menant de la matière inerte, par une évolution prébiotique purement chimique, à la césure de la Vie, et par-delà à la matière vivante et pensante.

Dans le long terme, le développement des sciences chimiques se fait vers une chimie des systèmes complexes, embrassant les perspectives de plus en plus vastes, gravissant l'échelle de la complexité. Ainsi la chimie dans son sens le plus large donne les moyens de démêler les fils et de retracer les voies conduisant vers la complexification progressive de la matière par auto-organisation. Le but est de découvrir, comprendre et mettre en œuvre étape par étape les règles qui gouvernent l'évolution de la matière de l'inanimé à l'animé et par-delà, jusqu'à acquérir la capacité de créer de nouvelles formes de matière complexe.

### La chimie fournit des moyens d'interroger le passé, d'explorer le présent et de jeter des ponts vers le futur.

Par son objet, la molécule et le matériau, elle exprime sa *faculté créatrice*, son pouvoir de produire des molécules et des matériaux nouveaux, doués de propriétés nouvelles. Nouveaux, en effet, car n'ayant pas existé avant d'être créés par recombinaison des agencements des atomes en des combinaisons et des structures inédites et infiniment variées. Par la plasticité des formes et des fonctions de l'objet chimique, par sa puissance créatrice, la chimie n'est pas sans analogie avec l'*art*.

Comme l'artiste, le chimiste imprime dans la matière les produits de son imagination créatrice. La pierre, les sons et les mots ne contiennent pas l'œuvre que le sculpteur, le compositeur, l'écrivain modèlent à partir d'eux. De la même manière, le chimiste crée des molécules originales, des matériaux nouveaux et des propriétés inédites à partir des éléments que la matière lui fournit.

Le propre de la chimie n'est pas de découvrir seulement, mais d'inventer et de *créer surtout*. Le livre de la chimie n'est pas à lire seulement, il est à écrire ! La partition de la chimie n'est pas à jouer seulement, elle est à composer.

# Jean-Marie Tarascon Enjeux et défis du stockage et de la conversion de l'énergie dans le contexte du développement durable

Extraits de  
la leçon  
inaugurale  
16 décembre  
2010

L'énergie est au cœur de nos  
préoccupations journalières et elle  
est définitivement devenue l'élément vital

de nos sociétés modernes, avec l'électricité comme  
vecteur et le watt-heure qui pourrait devenir, selon  
certains alarmistes, notre prochaine unité monétaire.

Mais qu'en est-il réellement ? [...]

Notre dépendance grandissante vis-à-vis de l'énergie est liée à des découvertes du XVIII<sup>e</sup> siècle et aux technologies qui en ont découlé. Initialement, l'être humain n'avait recours qu'à la biomasse comme source d'énergie, sans que cela ait d'impact sur l'environnement car le CO<sub>2</sub> libéré était réabsorbé par les plantes *via* la photosynthèse. Cette situation a perduré jusqu'à la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle, avec la découverte par James Watt du moteur à vapeur, la première machine capable de transformer de l'énergie thermique en énergie mécanique, qui marque l'origine de la première révolution industrielle, avec entre autres l'apparition des locomotives à vapeur. Cette industrialisation a redoublé d'intensité à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, avec notamment les découvertes du moteur à combustion interne par Étienne Lenoir et de l'électricité, qui ont conduit à notre dépendance croissante aux énergies fossiles. [...]

L'énergie primaire utilisée dans le monde provient à 82% d'énergies fossiles, le reste provenant des énergies renouvelables et du nucléaire à hauteur respectivement de 11% et 7%. [...] L'abondance de l'énergie issue du Soleil est telle que couvrir 0,1% de la surface terrestre avec des cellules solaires ayant 10% de rendement suffirait à couvrir les besoins actuels de l'humanité. [...] Le principal problème du photovoltaïque est son coût élevé (0,5 \$/kWh) comparé à celui des énergies conventionnelles (0,05 \$/kWh). Cette situation ne devrait pas durer, puisque de nombreux experts s'entendent pour dire – sur la base des progrès récents réalisés tant au niveau des rendements que du développement de cellules photovoltaïques à bas coûts – que le prix du kWh photovoltaïque pourrait concurrencer celui du kWh nucléaire d'ici 2030.

Une autre difficulté, inhérente aux énergies renouvelables, repose sur leur intermittence, qui entraîne de larges fluctuations d'énergie délivrées. Il est donc impératif d'inventer de nouvelles technologies de stockage de l'énergie pouvant s'adapter aux applications réseaux afin de mieux gérer les ressources en énergies renouvelables de notre planète, c'est-à-dire capables de délivrer de l'énergie quand on en a besoin. De façon similaire, le passage du véhicule thermique au véhicule électrique, en vue de diminuer les émissions de CO<sub>2</sub>, nécessite une énergie embarquée pour assurer l'autonomie du véhicule et requiert, là encore, des systèmes de stockage performants. [...]

Réseaux et transports nécessitent de stocker de l'énergie afin de la restituer sous forme électrique. Une des meilleures solutions est de convertir l'énergie chimique en énergie électrique puisque toutes deux partagent le même vecteur : l'électron. Les dispositifs électrochimiques capables d'effectuer une telle conversion (piles à combustibles, supercondensateurs et batteries) seront décrits par la suite.

Malgré sa médiatisation récente, l'association batteries/véhicules électriques n'est pas nouvelle et remonte à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, où la "Jamais contente", équipée de batteries plomb-acide d'une autonomie de 89 km, a atteint les 109 km/h. Soulignons qu'en 1900, aux États-Unis, il y avait 1500 voitures électriques pour 1500 voitures thermiques et qu'en 1914, 30% des voitures y étaient encore électriques. Pourquoi leur quasi disparition ? Deux raisons dominent : d'une part, l'abondance des énergies fossiles faciles à utiliser et d'autre part, la performance longtemps limitée des systèmes électrochimiques. Bien que de nombreux progrès aient été réalisés, c'est encore aujourd'hui l'autonomie limitée des batteries qui freine le déploiement du véhicule électrique.

**Jean-Marie TARASCON**  
Professeur à l'université  
de Picardie Jules Verne  
(Amiens).  
Directeur du laboratoire  
de Réactivité et de chimie  
des solides (UMR CNRS  
6007).



La chaire reçoit  
le soutien de Total.



## Elias Zerhouni Les grandes tendances de l'innovation biomédicale au XXI<sup>e</sup> siècle

Extraits  
de la leçon  
inaugurale  
20 janvier  
2011

En ce début de XXI<sup>e</sup> siècle, les découvertes en sciences de la vie suivent un rythme accéléré. Le séquençage du génome

humain représente des opportunités majeures pour les chercheurs, mais crée autant de défis redessinant les voies que la recherche médicale est susceptible d'emprunter.

Alors que le public attend des progrès rapides, la mise sur le marché de traitements de valeur ralentit. Ainsi, la *Food and Drug Administration*, une instance de certification, a approuvé moitié moins de molécules innovantes qu'elle ne l'avait fait dans les années 1990. Ce déséquilibre entre les extraordinaires avancées des sciences fondamentales et l'incapacité de les concrétiser rapidement est problématique. Notre système d'innovation serait-il grippé ?

Alors que la science gagne en complexité, on assiste également à une convergence de principes unificateurs reliant des maladies apparemment disparates par des voies biologiques et des approches thérapeutiques communes. Par exemple, des mécanismes fondamentaux comme le signallement cellulaire ou l'inflammation apparaissent communs à des affections auparavant considérées comme séparées. De même, des méthodologies émergentes comme la protéomique, la bio-informatique ou les nanotechnologies, pour ne citer qu'elles, concernent désormais toutes les maladies. Ces nouveaux domaines d'innovation interpellent des organisations comme les *National Institutes of Health* (NIH), conçues il y a des décennies, à une période où nos concepts et la classification des maladies étaient plus limités. Or la recherche des NIH se devait de mieux refléter la nouvelle réalité. Une réforme était nécessaire.

Mais comment faire bouger une organisation si complexe ? Lorsqu'on est confronté au besoin de réformer une institution, il faut d'abord évaluer les résistances qui ne manqueront pas de survenir. J'avais appris qu'aucune autorité ne peut changer une institution scientifique sans un argumentaire fort, largement communiqué, accepté et, plus important encore, évalué avant d'être déployé à grande échelle. Aussi ai-je engagé les NIH dans un processus d'autoévaluation en vue d'explorer toutes les questions qu'une organisation de recherche aussi complexe et aboutie devrait se poser périodiquement face aux nouveaux défis de la science. [...]

Puisque personne ne peut prédire d'où viendront les véritables percées, j'ai soutenu l'idée qu'il fallait consacrer un pourcentage des budgets à une recherche non conventionnelle, aventureuse, à haut risque mais d'impact potentiellement fort dans ce que j'ai appelé un "espace expérimental protégé pour l'innovation à la limite de l'innovation". Cette approche a été institutionnalisée depuis 2006 par la loi de réforme des NIH. Elle sert à prendre les paris les plus osés lorsque des opportunités inattendues et de nouvelles idées apparaissent. La leçon est qu'aucune organisation dédiée à la science ne saurait vraiment être audacieuse sans consacrer spécifiquement un certain pourcentage de ses ressources à une recherche à haut risque.

Un autre aspect de la politique scientifique est la prise en compte de la démographie des chercheurs. À l'époque des budgets en forte croissance et au moment du *baby boom* il était plus facile, à un jeune âge, d'obtenir un financement. David Baltimore avait 37 ans lorsqu'il reçut le prix Nobel pour sa découverte de la transcriptase inverse. Sachant qu'aujourd'hui, c'est en moyenne à l'âge de 38 ans que l'on reçoit ses propres subventions, Baltimore aurait reçu son prix Nobel avant son premier financement des NIH ! Les études que nous avons conduites ont montré que ce phénomène est lié principalement à la longueur et à la rigidité du cursus des jeunes chercheurs qui retardent l'accession aux subventions indépendantes. Fort de ce constat, nous avons alloué un certain nombre de dotations aux scientifiques les plus jeunes, quel que soit leur stade de formation. Lorsqu'une idée est bonne, pourquoi ne pas la soutenir plus tôt ?

**Elias ZERHOUNI**  
Professeur à l'université Johns Hopkins.  
Directeur des National Institutes of Health, NIH, de 2002 à 2008, il est depuis janvier 2011 Président Monde, Recherche & Développement, du groupe Sanofi Aventis.



# Clément Sanchez

## Chimie des matériaux hybrides

Extraits  
de la leçon  
inaugurale  
10 février  
2011

En chimie, le terme d'hybridation est associé au modèle des orbitales hybrides dont les plus simples, nommées  $sp^3$ ,  $sp^2$ ,  $sp$ , sont générées par la combinaison des orbitales atomiques  $2s$  et  $2p$  de la couche de valence du carbone. C'est sur cette base que Linus Pauling, prix Nobel en 1954, proposa le modèle de l'hybridation pour décrire les liaisons chimiques entre atomes.

Pour un chimiste, cette dénomination  $sp^n$  se traduit par l'image d'un tétraèdre, d'une molécule plane ou linéaire – les plus simples correspondent respectivement à la molécule de méthane, d'éthylène et d'acétylène. L'hybridation est donc utilisée pour décrire la liaison chimique, qui est bien le cœur de la chimie. Le concept d'hybridation est aussi pertinent pour concevoir et construire des matériaux permettant de marier deux mondes (organique-biologique et minéral) apparemment antagonistes.

Les composés organiques et minéraux ont des propriétés différentes. Les minéraux sont généralement denses, ont une bonne stabilité thermique et temporelle, et des propriétés mécaniques spécifiques : souvent durs et cassants, usinables à chaud. Les composés organiques sont peu denses, plus facilement déformables, thermiquement fragiles, etc. Certains d'entre eux peuvent s'auto-réparer, voire se répliquer. Ces différences, associées au fait que, pendant des siècles, la plupart des molécules organiques de synthèse n'ont pu être obtenues qu'à partir d'éléments biologiques, ont conduit au XVIII<sup>e</sup> siècle à l'hypothèse d'une "force vitale" expliquant la formation de la matière organique au sein des êtres vivants. En 1828, en obtenant de l'urée, composé organique, par chauffage d'un composé minéral : l'isocyanate d'ammonium, Frederick Wöhler mit fin à la croyance vitaliste et créa un premier pont entre les deux mondes, minéral et organique. Cette découverte aurait pu unifier la chimie, mais les dichotomies établies entre chimie organique et chimie minérale, chimie moléculaire et chimie du solide furent longues à céder.

Pourtant, dans le monde vivant, la nature est souvent amenée à hybrider l'organique et le minéral : les métallo-enzymes sont au cœur de la photosynthèse et d'autres processus biologiques, et les matériaux du monde vivant – os, carapaces des crustacés, etc. – montrent que la nature ne nous a pas attendus pour créer des biomatériaux hybrides, des nanocomposites organo-minéraux très performants.

Les processus de biominéralisation observés dans la nature mettent en jeu des assemblages chimiques réalisés selon une construction ascendante, à partir d'entités moléculaires ou macromoléculaires, dans des conditions "douces" de température.

**La chimie des matériaux hybrides prend sa source dans une chimie douce respectueuse de l'environnement.**

Basée sur des réactions de polymérisation minérale réalisées à faible température à partir de précurseurs moléculaires, en milieux aqueux ou hydroalcooliques, elle exploite la souplesse et la versatilité de la chimie moléculaire et supramoléculaire et permet d'élaborer des matériaux sur mesure en suivant des approches de construction "légochimiques".

**Ces matériaux hybrides envahissent déjà de nombreux domaines d'application (automobile, textile, emballage, construction, micro-optique, micro-électronique, revêtements fonctionnels, sciences environnementales et biomédicales...).**

L'ensemble des stratégies couplant chimie douce, chimie supramoléculaire, hybridation organo-minérale ou bio-minérale, physicochimie au sens large, incluant matière molle, processus dynamiques et diffusionnels et ingénierie des procédés, ont créé un puissant courant de recherche, la chimie dite "intégrative", qui nourrit déjà une branche innovante de la science des matériaux. Je suis convaincu que ce domaine émergent et multidisciplinaire ira bien au delà d'une simple intégration, aussi bien au niveau des architectures accessibles que des applications résultantes. Il devrait, dans le futur, rendre accessibles d'inaccessibles étoiles.

### Clément SANCHEZ

Directeur du laboratoire de Chimie de la matière condensée depuis 1999.  
Directeur de l'UMR CNRS UPMC 7574, depuis 2005.  
Prix Gay Lussac – Humboldt 2008, membre de l'Académie des sciences (2011).



## Martin Abadi

# La sécurité informatique

Extraits  
de la leçon  
inaugurale  
10 mars  
2011

Les questions de sécurité informatique  
sont centrales dans le monde politique  
et dans le monde militaire, où

elles se posent depuis la naissance de l'informatique moderne. Citons notamment le travail d'Alan Turing et de ses collègues à Bletchley Park pour décrypter les codes allemands pendant la Seconde Guerre mondiale.

Plus récemment, nous avons vu des tentatives de contrôle du débat politique sur Internet ; le cas de la Chine est bien connu, mais il n'est pas le seul. Même si les systèmes de surveillance et de censure modernes ne partagent pas le charme désuet de Bletchley Park, ils sont vastes et puissants. Enfin, la diffusion d'une masse de documents confidentiels par WikiLeaks est d'une échelle insoupçonnable avant l'informatique.

L'industrie, le commerce, la banque, la gestion de données médicales et bien d'autres domaines sont de plus en plus numériques. Nous craignons que l'intégrité et la confidentialité de l'information y deviennent fragiles. [...]

Les questions de sécurité informatique sont d'autant plus délicates que nous nous servons de systèmes ouverts et hétérogènes. Ces systèmes comprennent, entre autres, des ordinateurs personnels, des téléphones portables, des consoles de jeu, des serveurs, d'énormes centres de calcul et des réseaux, avec partout du logiciel complexe et varié. Ces éléments sont gérés par des usagers et des administrateurs indépendants les uns des autres et plus ou moins compétents. La sécurité informatique concerne chacun de ces éléments, leurs combinaisons et leurs interactions.

Nos systèmes modernes interagissent avec des environnements parfois hostiles et sur lesquels nous n'avons aucun contrôle direct. Nos ordinateurs ou leurs disques durs peuvent tomber dans des mains ennemies ; nous sommes branchés sur un réseau public plein de dangers ; sur ce réseau, le logiciel de base de notre ordinateur peut à notre insu échanger des

données avec de petits programmes venus subrepticement de pages Web suspectes ; de plus, les usagers, les programmeurs et les administrateurs des systèmes ne sont eux-mêmes pas toujours fiables. Pourtant, nous avons souvent de bonnes raisons de préférer l'interaction, malgré ses dangers, aux anciens systèmes monolithiques fermés au monde.

L'interaction est un thème central dans toute l'informatique : interaction de plusieurs processeurs dans un ordinateur, interaction entre programmes, interaction des ordinateurs distribués sur Internet, interaction des usagers avec des ordinateurs proches ou lointains, et interaction entre usagers par courrier électronique ou sur les réseaux sociaux comme Facebook ou Twitter. Pour les usagers du début du XXI<sup>e</sup> siècle, la portée de l'informatique ne se restreint plus aux grands calculs numériques, financiers ou scientifiques, dans des centres spécialisés ; elle est omniprésente et fournit un fantastique moyen de communication et de collaboration. L'interaction est donc un objet d'étude légitime pour l'informatique en tant que science. La sécurité en est elle-même un aspect essentiel. [...]

Mon collègue Chuck Thacker, qui est foncièrement réaliste, dit parfois que toute information entrée dans un ordinateur devient de fait information publique.

De ce point de vue extrême, la sécurité n'est jamais compromise même si des tiers peuvent accéder à tous nos fichiers, puisque ceux-ci ne contiennent que des données que nous sommes prêts à partager. En 2010, Thacker a reçu le prix Turing (le "prix Nobel" de l'informatique), en partie parce qu'il a conçu et créé la machine Alto, souvent considérée comme le premier ordinateur personnel moderne. Il parle donc en connaissance de cause. Je veux pourtant croire qu'il a tort et que nous pouvons espérer mieux : les applications actuelles et futures des ordinateurs exigent certainement des garanties plus fortes.

Reste à fixer quelles pourraient être ces garanties, et à développer les techniques pour les assurer.



**Martin ABADI**  
Professeur à l'université  
de Californie, Santa Cruz.  
*Principal researcher*  
à Microsoft Research  
à Silicon Valley depuis 2006

La chaire reçoit  
le soutien de l'INRIA.

Les leçons inaugurales sont publiées  
aux Éditions Fayard

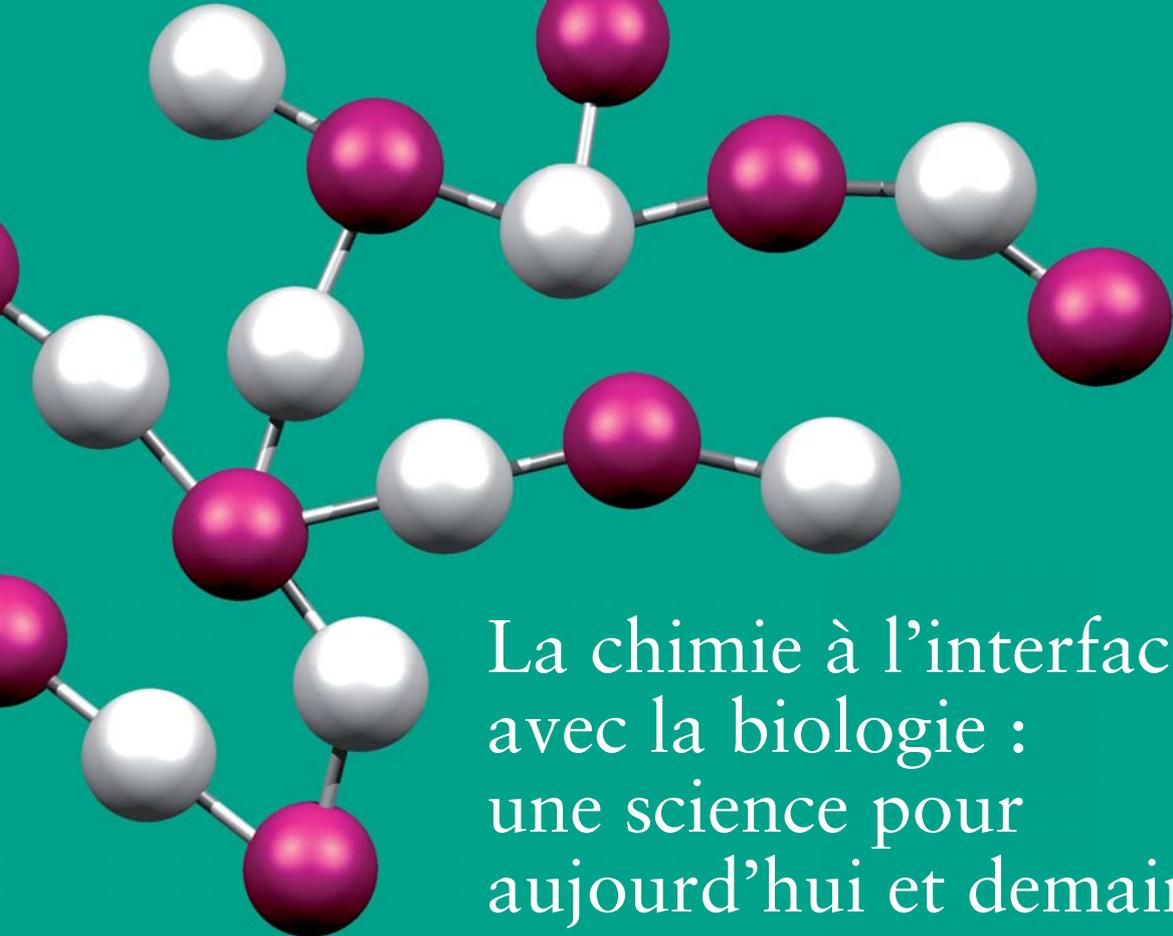
Édition en ligne : <http://lecons-cdf.revues.org/>

Vidéos : [www.college-de-france.fr](http://www.college-de-france.fr)

2011 ANNÉE  
INTERNATIONALE  
DE LA CHIMIE

DOSSIER La chimie  
au Collège de France

À l'occasion de l'année internationale  
de la chimie, les professeurs de chimie  
présentent l'histoire de leur discipline,  
livrent leurs réflexions et leurs  
perspectives de recherche.



# La chimie à l'interface avec la biologie : une science pour aujourd'hui et demain

Marc Fontecave

L'année internationale de la chimie est l'occasion de rappeler plusieurs caractéristiques propres à cette discipline, trop souvent et trop injustement décriée par l'opinion et les médias et pourtant si centrale pour le développement économique et le bien-être de nos sociétés.

Tout d'abord la chimie est seule, peut être, à avoir des frontières avec l'ensemble des autres disciplines. Cela lui donne la possibilité d'intervenir de façon pertinente et originale sur pratiquement tous les grands défis de l'humanité du XXI<sup>e</sup> siècle (alimentation, énergie, santé, environnement, etc.). En effet, si aujourd'hui les disciplines sont devenues essentiellement interdépendantes, la chimie est probablement celle qui a le plus souvent et le plus profondément multiplié ses incursions chez les autres – sciences de la vie et de la santé, physique et matériaux, sciences pour l'ingénieur, sciences de la terre et de l'environnement –, qui toutes la sollicitent en permanence. Le développement de ces interfaces constitue sans nul doute l'un des enjeux les plus importants de la science contemporaine. Malheureusement il n'est pas certain que la recherche française soit à la hauteur de cette ambition tant les barrières culturelles et organisationnelles à la multidisciplinarité sont fortes.

Sollicitée, la chimie l'est parce qu'elle est avant tout la science de la création des molécules et des matériaux dont dépend tout le reste. C'est donc elle qui façonne le monde concret dans lequel nous vivons (médicaments, cosmétiques, polymères, plastiques, verres, pour ne citer que quelques composés chimiques de notre univers). Notre futur prendra forme autour des molécules et des matériaux inventés dans les laboratoires de chimie. Ces mondes possibles sont infiniment nombreux tant le potentiel de transformation chimique de la matière et des sociétés est grand et tant les questions fondamentales que pose la chimie, science positive par excellence, sont marquées par leur utilité pratique potentielle. La chimie, ne l'oublions pas, c'est aussi une industrie. En France, elle est le second secteur après l'automobile et représente une centaine de milliards d'euros de chiffre d'affaires pour plus d'un millier d'entreprises et 250 000 salariés, ce qui situe notre pays au second rang en Europe et au cinquième dans le monde.

S'il s'agit désormais de construire une société durable, dans laquelle les hommes sauront enfin satisfaire leurs besoins sans compromettre l'avenir des générations futures, la science sera sollicitée pour trouver des stratégies totalement innovantes, propres, économiques, efficaces et surtout durables pour la production de carburants, d'électricité, de matériaux.

Pr Marc Fontecave  
Chimie des processus  
biologiques



Il est évident que la chimie, celle qu'on nomme désormais "verte", jouera un rôle majeur dans le développement de cette nouvelle science. Elle traduira dans des procédés de synthèse nouveaux son souci de la toxicité potentielle des solvants, des produits et des réactifs, de l'utilisation de produits de départ renouvelables, enfin de la limitation des déchets et de la dépense énergétique associée.

À l'évidence, la chimie du vivant, à la fois chimie bio-organique et chimie bio-inorganique, jouera un rôle majeur dans ce nouveau contexte. Par exemple, il y a urgence à développer le domaine de la *toxicologie*. La compréhension à l'échelle moléculaire de l'impact d'un produit chimique sur un organisme vivant complexe constitue un passionnant défi pour le chimiste. Il doit s'attacher à établir cette relation structure chimique/toxicité qui permettra non seulement d'éviter l'introduction dans notre environnement de substances toxiques mais également de valider, dans les cas favorables, l'exploitation de composés nouveaux, devenue de plus en plus difficile. Un second domaine est celui de la *biocatalyse* qui offre des moyens sans précédent pour accélérer, orienter et optimiser les réactions chimiques, y compris à l'échelle industrielle, pour les rendre plus propres et plus économes en matière, en énergie et en déchets. La découverte de nouvelles enzymes et la compréhension de leur fonctionnement apporteront des solutions originales et pratiques pour la transformation chimique de la matière. Elles permettront par exemple l'utilisation de microorganismes entiers ou d'enzymes comme catalyseurs dans des procédés industriels et biotechnologiques, pour la valorisation du méthane et des hydrocarbures, pour la dégradation des parois cellulaires végétales et la transformation de la cellulose en biocarburants, pour la récupération et l'utilisation du dioxyde de carbone, ou encore pour la production d'intermédiaires clés à forte valeur ajoutée dans la synthèse d'un médicament. Les procédés biotechnologiques de synthèse représentaient 5 % du marché de l'industrie chimique en 2003. Ils devraient concerner environ 30 % de la production en 2020 et devenir une technologie dominante dans le futur. Enfin la chimie biologique continuera à trouver des solutions originales dans le domaine de la santé. La biologie et ses applications en médecine ont constitué la grande aventure scientifique de la fin du XX<sup>e</sup> siècle. Le résultat est extraordinaire, comme le montre l'accroissement continu de l'espérance de vie, en particulier dans les pays développés. La chimie a joué dans ce progrès un rôle majeur. Il ne fait aucun doute que la recherche de nouveaux médicaments restera une activité centrale de la chimie du vivant dans les domaines de l'infectiologie, des grandes maladies neuro-dégénératives ou cardio-vasculaires et du cancer. Malgré les progrès des technologies de thérapie génique et cellulaire qui

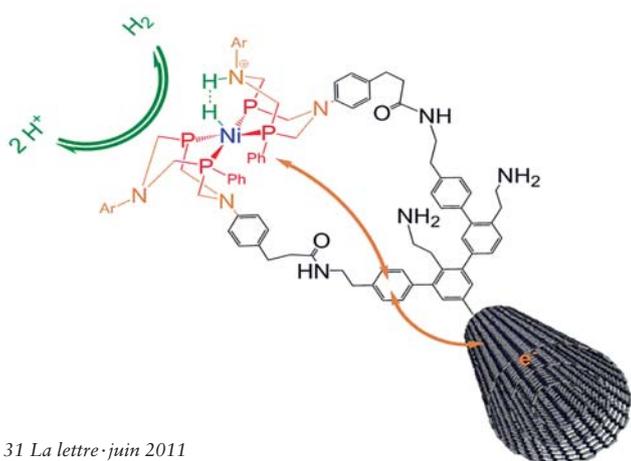
ouvrent des perspectives passionnantes, le médicament restera longtemps encore très majoritairement moléculaire – molécule de synthèse ou naturelle, petite molécule ou macromolécule biologique – et les progrès de la médecine et de la santé resteront largement tributaires de la chimie.

La chaire de Chimie des processus biologiques du Collège de France s'inscrit clairement dans cette interface entre la chimie et la biologie, à la fois dans le contenu de ses enseignements et dans ses travaux de recherche, notamment dans les domaines de la catalyse et de la biocatalyse, à travers l'étude de systèmes enzymatiques complexes (en particulier métallo-enzymatiques) impliqués dans des voies métaboliques, des réactions biosynthétiques et des processus bioénergétiques qui restent à découvrir et à comprendre.

### Une approche emblématique de ces recherches destinées à inventer de nouveaux catalyseurs est celle de la chimie dite "biomimétique" ou "bioinspirée".

Il s'agit pour le chimiste d'identifier une réaction biologique d'intérêt, de caractériser le plus complètement possible l'enzyme responsable de cette transformation et plus particulièrement son site actif, c'est-à-dire la toute petite partie de l'enzyme où s'effectue la réaction, d'en comprendre les principes de fonctionnement (relation structure-activité) et, finalement, de synthétiser une molécule originale, un modèle chimique, qui, respectant ces principes, reproduit éventuellement la structure mais surtout la réactivité de ce site actif.

Une de nos publications récentes illustre cette approche (*Science*, 2009). La nécessité de remplacer le platine par des catalyseurs à base de métaux non nobles dans des applications de type électrolyseurs et piles à combustible nous a conduit à étudier les hydrogénases, des métalloenzymes fascinantes qui catalysent l'interconversion eau-hydrogène dans divers microorganismes. En nous inspirant de leur site actif, unique à bien des égards, à base de nickel et de fer, nous avons pu "inventer" un catalyseur original constitué d'un complexe de nickel fixé sur des nanotubes de carbone, présentant des performances s'approchant de celles du platine (voir figure ci-contre). Immobilisé sur une électrode ce matériau se révèle extrêmement stable et capable de fonctionner, sans surtension et de manière réversible, en milieu très acide ce qui lui permet d'être compatible avec les membranes échangeuses de protons (comme le Nafion®), utilisées de manière quasi-universelle dans les dispositifs électrochimiques fonctionnant à basse température. Cette approche de chimie bioinspirée sera exploitée dans un avenir proche pour mettre au point des dispositifs de phototransformation du dioxyde de carbone en carburants. Cette "photosynthèse artificielle" constitue un enjeu scientifique majeur.



◀ Représentation schématique de la structure et de la réactivité du matériau obtenu par greffage du catalyseur bio-inspiré nickel-bisdiphosphine (le ligand diphosphine est représenté en rouge et les fonctions amines qu'il renferme sont indiquées en orange) sur nanotubes de carbone. Les flèches orange indiquent l'échange d'électrons entre les nanotubes et le catalyseur. L'interaction entre un ligand hydruure porté par le nickel et un proton porté par une fonction amine qui facilite la réduction des protons en hydrogène ou l'oxydation de ce dernier est schématisée en vert.

#### Référence

"From Hydrogenase Mimics to Noble-Metal Free Hydrogen-Evolving Electrocatalytic Nanomaterials." A. Le Goff, V. Artero, B. Jousset, N. Guillet, R. Métayé, A. Fihri, S. Palacin, M. Fontecave. *Science* 2009, 326, 1384-1387

# Laboratoire de Chimie de la matière condensée

## Chimie des matériaux hybrides

Jacques  
Livage  
et Clément  
Sanchez

Les matériaux ont joué un rôle fondamental dans l'histoire de l'humanité. Après l'âge de la pierre, du bronze et du fer,

nous sommes aujourd'hui à l'âge du silicium dont la maîtrise a permis le développement de l'électronique, de l'informatique et des nanotechnologies.

L'élaboration de ces nanomatériaux nécessite le plus souvent des températures élevées et des techniques sophistiquées. Pourtant l'observation de la nature nous montre que le vivant a su créer, dans des conditions de chimie douce, des biomatériaux dont les propriétés dépassent souvent celles de nos matériaux les plus avancés. L'exemple des diatomées est particulièrement frappant. Ces micro-algues photosynthétiques s'entourent d'une carapace de silice élaborée à température ambiante. La beauté de ces "cages de verre" avait séduit Darwin qui se demandait quelle en était la finalité. En fait, ces fines architectures présentent des propriétés de cristal photonique qui leur permettent de jouer avec la lumière. Le vivant pose un véritable défi aux chimistes des matériaux.

### Sommes-nous capables d'élaborer des matériaux nanostructurés dans des conditions biocompatibles ?

Nous avons relevé ce défi en développant des méthodes de polymérisation inorganique connues aujourd'hui sous le nom de "procédés sol-gel".

Depuis des millénaires, les verres de silice sont obtenus par fusion du sable au-dessus de 1000°C, mais il est possible d'obtenir un matériau analogue par simple polymérisation, en solution et à température ambiante, de précurseurs moléculaires tels que l'acide silicique  $\text{Si}(\text{OH})_4$  ou des alcoxydes  $\text{Si}(\text{OR})_4$ . En plus d'un gain d'énergie évident, les procédés "sol-gel" permettent de contrôler le déroulement de la polymérisation à chaque étape de la synthèse, depuis le précurseur moléculaire jusqu'au solide final. On peut ainsi élaborer des matériaux nanostructurés dont la composition, la structure et

même la morphologie sont optimisées en fonction de l'application désirée. Un matériau ne correspond pas simplement à un composé, ni à une composition chimique. C'est ainsi que la silice  $\text{SiO}_2$ , constituée d'enchaînements de tétraèdres  $\text{SiO}_4$ , est le constituant principal du sable, des cristaux de quartz, du verre à vitre et des élégantes frustules qui entourent les diatomées. Un matériau résulte en effet du couplage entre un composé chimique et un procédé d'élaboration. Les propriétés d'usage d'un matériau et leur robustesse dépendent fortement de la qualité du couplage entre chimie et procédé.

C'est ainsi qu'en couplant la chimie douce avec un procédé de mise en forme par voie aérosol très peu coûteux, nous sommes parvenus à synthétiser des particules d'alumino-silicates mésostructurées dont on peut faire varier à volonté la taille des pores entre 4 et 50 nm. Ces catalyseurs permettront de valoriser les stocks d'hydrocarbures lourds constitués de molécules trop volumineuses pour pouvoir pénétrer dans les pores des zéolithes utilisées actuellement pour le raffinage du pétrole.

### Les hybrides organo-minéraux

Le développement de cette "chimie douce" au cours des deux dernières décennies a entraîné l'apparition de nouveaux matériaux "hybrides", véritables nanocomposites dans lesquels composantes minérales et organiques, voire même biologiques, sont intimement mélangées à l'échelle moléculaire. On obtient ainsi toute une gamme de matériaux nouveaux allant du verre fragile au polymère plastique. Cette chimie des matériaux hybrides connaît aujourd'hui un développement exponentiel. Elle rassemble les chimistes du solide, des solutions, des polymères et des molécules organiques. Les matériaux hybrides présentent des propriétés innovantes qui suscitent un fort intérêt aussi bien dans le monde universitaire qu'industriel. Ils ouvrent des perspectives particulièrement intéressantes dans de nombreux domaines tels que l'optique, la médecine, les nanosciences, etc.

La composante inorganique peut jouer plusieurs rôles : renforcer la tenue mécanique et thermique du matériau, apporter une propriété physique (optique, magnétique, électronique...), permettre grâce à sa porosité l'accessibilité des réactifs afin de réaliser des capteurs ou des catalyseurs. La présence de composantes organiques ouvre la voie à des matrices totalement nouvelles. Elle permet d'optimiser les propriétés mécaniques pour déposer des films, étirer des fibres ou obtenir des matériaux massifs par simple moulage.

Cette chimie des hybrides est très riche car elle peut être explorée non seulement du côté des composantes organiques, mais aussi, et conjointement, du côté minéral via l'utilisation d'un grand nombre d'éléments tels que les métaux de transition (V, Ti, Zr, W, Cr), les métaux du groupe p (Sn) ou les terres-rares (La, Eu, Y).

Pr Clément SANCHEZ  
Chimie des matériaux  
hybrides



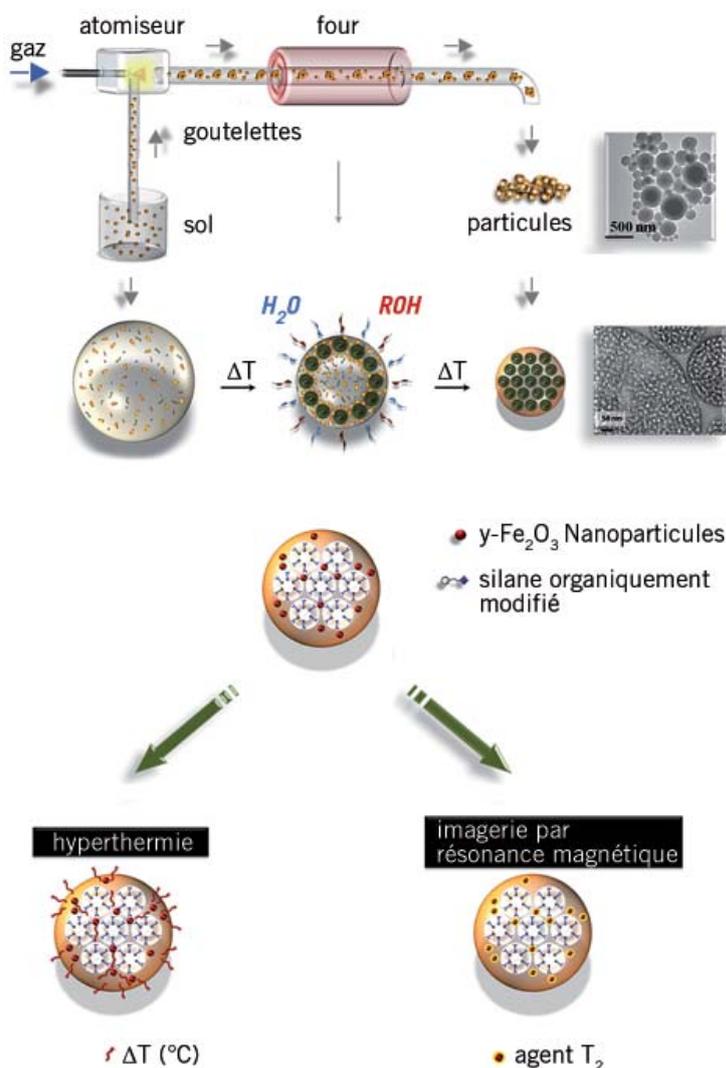
La connaissance de la réactivité chimique des espèces et des mécanismes réactionnels permet, *via* le contrôle des paramètres chimiques et physiques (concentration des réactifs, nature du solvant, présence de complexants, température, acidité, force ionique, charge de surface et donc tension de surface), de sélectionner la nature des objets choisis et d'en contrôler la taille, la structure et la forme. L'objet sélectionné va devenir une véritable pièce de lego, fonctionnalisable "sur mesure" et à partir de laquelle nous pouvons construire des édifices plus complexes, des matériaux hybrides nouveaux et variés. Ces pièces de lego chimiques sont de petite taille, de 1 à 50 nanomètres en moyenne (1 nm = 1 millionième de millimètre). La construction de matériaux à partir de ces briques élémentaires permet d'obtenir des matériaux hybrides nanostructurés et très souvent mésostructurés. Ces pièces de lego chimiques hybrides comportent un cœur minéral et des fonctions de surface organiques. Les propriétés du cœur (optique, électrique, magnétique, mécanique...) pourront être associés aux fonctions organiques externes qui serviront d'interface avec le milieu extérieur afin d'obtenir une meilleure solubilisation dans des milieux variés (solvants, polymères) ou à la formation d'auto-assemblages contrôlés.

Les applications industrielles des hybrides organo-minéraux sont aujourd'hui très nombreuses. Depuis la simple semelle d'un fer à repasser jusqu'au toit du grand théâtre national de Pékin.

Ce dôme de verre est recouvert d'un film sol-gel auto-nettoyant, dans lequel des nanoparticules d'oxyde de titane TiO<sub>2</sub> sont dispersées dans une matrice hydrophile. Un domaine particulièrement développé concerne l'optique "sol-gel" dans laquelle des molécules organiques optiquement actives sont dispersées dans une matrice minérale qui assure transparence, propriétés mécaniques et protection.

### Chimie douce et biotechnologies

La synthèse de verre ou de céramiques par voie sol-gel s'effectue dans des conditions compatibles avec le vivant. Il devient ainsi possible d'immobiliser des espèces biologiques (biomolécules, enzymes, anticorps, cellules, micro-organismes...) au sein d'une matrice minérale. L'immobilisation d'enzymes telles que les lipases permet d'élaborer des bio-catalyseurs qui sont aujourd'hui commercialisés. La possibilité d'élaborer le matériau sous forme de film, de fibres ou de nanoparticules directement à partir de la solution ouvre des possibilités intéressantes pour la réalisation de bio-capteurs. La matrice sol-gel sert alors d'interface entre les biomolécules actives et le système de mesure électronique ou optique. De nombreuses publications



Les propriétés d'un matériau ne dépendent pas uniquement de la structure de sa composition chimique. La mise en forme joue aussi un rôle prépondérant. C'est ainsi que nous avons mis au point une méthode de pulvérisation d'aérosols qui permet d'obtenir des nanoparticules hybrides directement à partir des composants en solution.

décrivent la réalisation de bio-capteurs permettant de doser le sucre dans le sang des diabétiques. L'enzyme correspondante, la glucose oxydase, peut être piégée au sein d'un film de silice que l'on dépose sur une électrode de Clark pour réaliser un dosage ampérométrique. Les particules colloïdales de silice dopée avec l'enzyme peuvent aussi être déposées à l'aide d'une imprimante à jet d'encre. On obtient ainsi des micro-réseaux formés de spots qui permettent de réaliser simultanément plusieurs analyses par simple lecture optique.

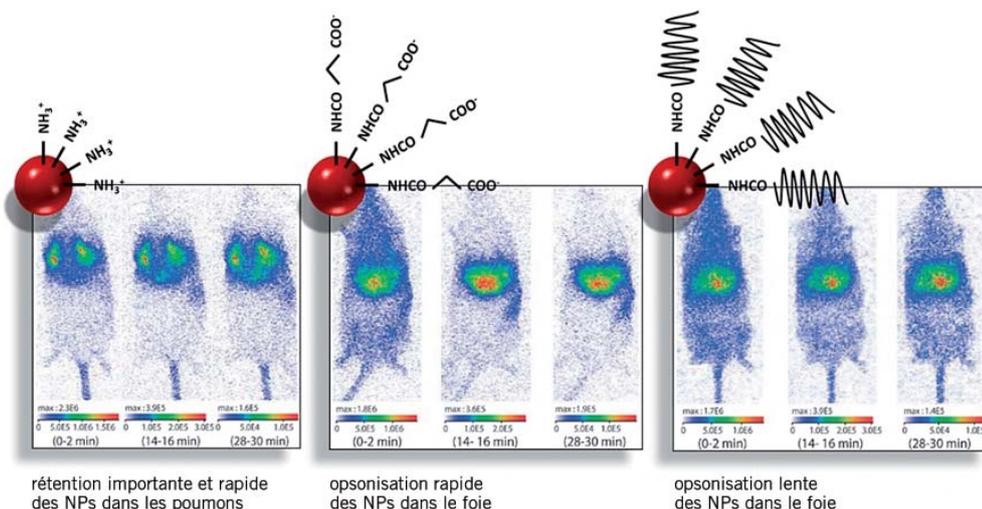
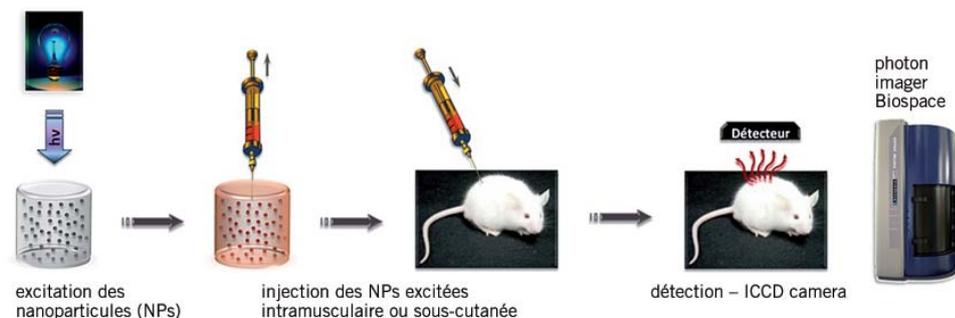
Les nanoparticules de silice mésoporeuse élaborées au laboratoire ouvrent des voies intéressantes dans le domaine de la nano-médecine. De nombreuses méthodes (voie aérosol, micro-émulsions...) permettent de synthétiser des particules d'une centaine de nanomètres de diamètre, suffisamment petites pour traverser les parois cellulaires. Des molécules cibles peuvent être greffées à leur surface *via* des agents de couplage conférant à ces nanoparticules des propriétés de furtivité et de ciblage qui leur permettent de se concentrer spécifiquement sur les cellules cancéreuses. On diminue ainsi la toxicité des agents thérapeutiques et on accroît leur efficacité en les délivrant au sein même des cellules malades tout en épargnant les autres cellules saines.

De nombreux micro-organismes tels que des bactéries, des champignons, des micro-algues, des cellules végétales et même des cellules animales ont été immobilisés au sein de gels de silice. Les études réalisées montrent que ces cellules restent viables et conservent leur activité métabolique pendant plusieurs semaines, voire plusieurs mois.

On peut contrôler la porosité de l'enveloppe de silice qui entoure les cellules de façon à réguler les échanges avec le milieu extérieur. Des réactions de reconnaissance spécifique antigène-anticorps ont ainsi été effectuées au sein de gels de silice. En collaboration avec le service de parasitologie de la Pitié-Salpêtrière, nous avons mis au point des tests immunologiques utilisant des cellules de *Leishmanie* comme matériel antigénique.

**Piégées dans un gel de silice, ces cellules conservent la propriété de fixer les anticorps présents dans le sérum d'un patient atteint de Leishmaniose. On peut ainsi de réaliser des tests sanguins dans des conditions particulièrement simples.**

Les bactéries communiquent entre elles en échangeant des signaux chimiques sous forme de molécules connues sous le nom de *quorum sensing*. L'encapsulation de ces bactéries au sein d'une matrice de silice permet d'éviter la formation de colonies et l'échange de tels signaux. Il devient alors possible d'étudier le comportement individuel de ces bactéries lorsque l'on ajoute des molécules de *quorum sensing*. Détecter les agents qui permettraient de bloquer les échanges chimiques (*quorum quenching*) pourrait conduire à traiter les infections bactériennes sans l'aide d'antibiotiques !



Des résultats particulièrement intéressants ont été obtenus dans le domaine de l'imagerie médicale en dopant des nanoparticules avec des ions de terres rares dont la luminescence persiste pendant plusieurs heures après excitation. On peut ainsi suivre *in vivo* le parcours des nanoparticules jusqu'à la cellule cible.



“Jardins minéraux”  
obtenus par croissance  
osmotique de silicates  
en solution aqueuse.

© Hicham Berrada

LABORATOIRE DE CHIMIE  
DE LA MATIÈRE CONDENSÉE

Le projet est né d'une collaboration entre chimie des matériaux et critique d'art. Il s'inscrit dans les actions menées dans le cadre de l'année internationale de la chimie et vise à développer un nouveau regard sur la recherche en chimie et en nanosciences.

À cette fin, des œuvres d'art seront créées par des artistes contemporains en étroite interaction avec des chercheurs en chimie et nanosciences. Le laboratoire de Chimie de la matière condensée de Paris (LCMCP), dirigé par Clément Sanchez, élu professeur au Collège de France en 2011, est promoteur du projet OpenLab. Il pilote, sous l'impulsion de l'un de ses chercheurs, Niki Baccile, et en association avec Margherita Balzerani, critique d'art et commissaire d'expositions, trois collaborations avec des artistes. Ces projets, tous différents par la nature de leurs approches scientifiques et artistiques, sont en cours de réalisation au Collège de France.



Les activités du laboratoire, à l'interface entre chimie et biologie, et en particulier la possibilité de reproduire en laboratoire la matière osseuse dans sa composition et sa morphologie multi-échelle, sont au cœur du projet de Raphael Siboni et Fabien Giraud, artistes plasticiens. Lorenzo Pagliei, compositeur et chercheur à l'IRCAM, travaillera à l'exploitation sonore du signal produit par la technique de résonance magnétique nucléaire, couramment utilisée au LCMCP pour l'étude de la structure intime de la matière.

Un autre projet est en cours avec Eduardo Kac, artiste connu internationalement pour ses installations interactives sur Internet et ses créations de Bio-Art intégrant la recherche scientifique et en particulier la biologie. Il testera les propriétés d'encapsulation et de relargage de molécules organiques odoriférantes au sein de couches de verre micrométriques transparentes obtenues par le procédé sol-gel.

Le projet OpenLab est soutenu par l'UPMC, le CNRS, le comité Nanosciences Ile-de-France et l'Institut des matériaux de Paris-centre. Une conférence intitulée "Du Bio-Art au Nano-Bio-Art" en présence de Eduardo Kac, Claire-Marie Pradier, directrice de l'UMR 7197, et Thibaud Coradin, directeur de recherche, UMR 7574, a été organisée au Centre des arts d'Enghien-les-Bains le 7 avril dernier.

[www.open-lab.fr](http://www.open-lab.fr)

## La chimie pour une meilleure gestion de l'énergie

Jean-Marie  
Tarascon

L'énergie est définitivement l'élément moteur des sociétés modernes, de leur croissance mais aussi de leur développement.

Le monde est devenu une machine qui avance en utilisant l'électricité que lui délivrent des lignes hautes tensions. Certains analystes ont prédit que le watt pourrait devenir notre prochaine unité monétaire. Cette analyse est discutable car si l'énergie est chaque jour davantage au cœur des enjeux économiques et sociétaux, la comparaison doit être affinée, car de même qu'il y a plusieurs devises monétaires, il y a plusieurs sources de watt, et demain le watt le plus fort sera celui qui demandera le moins de devises. Un tel scénario justifie un besoin croissant pour la conversion et le stockage de l'énergie afin de faciliter l'utilisation des énergies renouvelables et de favoriser le transport électrique. Quels que soient les systèmes actuels de stockage/conversion d'énergie (piles à combustible, batteries, cellules photovoltaïques), ils ont en commun de souffrir du manque de matériaux adéquats à leur production. C'est-à-dire qu'ils sont tous tributaires des caprices de la chimie à ne pas fournir des matériaux performants sur demande.

Les chimistes ont réussi à répondre partiellement à cette demande avec l'élaboration de la technologie Li-ion, qui constitue la plus grande avancée électrochimique du XX<sup>e</sup> siècle.

En seulement vingt ans, cette technologie a donné naissance à une industrie florissante. Elle a conquis le marché de l'électronique portable et est devenue le meilleur choix pour le véhicule électrique, voire pour les applications réseaux.

Malheureusement, comme beaucoup de technologies, elle ne pourra satisfaire tous les espoirs fondés sur elle. Les estimations des réserves de lithium que l'on sait restreintes mettent en évidence les limites de l'utilisation de cette technologie à très grande échelle. Pour faire face à la possible pénurie de lithium que de nombreux journaux, certes trop alarmistes, n'ont cessé d'évoquer récemment, les chimistes redonnent actuellement une vie à la chimie du sodium via l'élaboration de nouveaux matériaux à charpentes ouvertes capables d'insérer de façon réversible des ions sodium.

L'actualité de l'énergie, c'est bien évidemment le développement durable, contexte qui ajoute une autre contrainte, voire opportunité, pour les chimistes. Des ruptures technologiques et non des améliorations incrémentales sont nécessaires. Pour cela il faut se détourner des sentiers battus et inciter le chimiste à s'orienter vers des modes de synthèse innovants, à explorer de nouvelles voies, voire élaborer de nouveaux concepts.

L'une des voies les plus fascinantes consiste à se tourner vers des organismes primitifs (virus, algues unicellulaires, bactéries) capables de produire des minéraux nanométriques par la biominéralisation qui met en jeu des catalyseurs (enzymes) très efficaces, approche susceptible d'offrir une nouvelle voie à des matériaux négligés ou d'un intérêt jugé limité pour les applications énergétiques. Dans la même lignée, bien qu'ils soient préliminaires, les travaux actuels sur des batteries à base d'électrodes organiques renouvelables préparées selon les concepts de la "chimie verte" pourraient révolutionner dans le futur la façon dont on stocke l'énergie. Tous les processus énergétiques du vivant sont basés sur des couples redox impliquant des molécules organiques (cycle de Krebs par exemple). Pourquoi, nous chimistes, ne pourrions-nous pas faire en sorte qu'un jour elles servent aussi à l'alimentation de nos appareils domestiques ainsi qu'à celle de nos automobiles ? Sans rêve, la vocation de chimiste ne peut exister.

### Que sera la chimie de demain pour ce qui est du volet énergétique ?

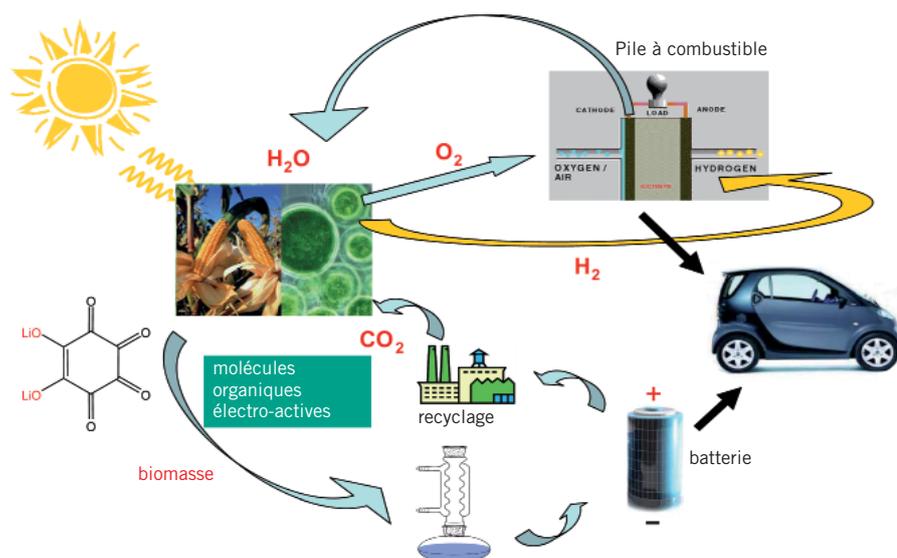
En raison de l'échelle de temps limitée dans laquelle nous travaillons, elle devra être guidée par des études prédictives. Les progrès effectués en matière de calculs théoriques visant à créer "un génome des matériaux" sont encourageants. Toutefois, l'intuition du chercheur, sa curiosité et sa main verte resteront essentielles pour toute aventure future. Il est certain également que l'augmentation de la transdisciplinarité facilitera de nouvelles avancées. Aussi, selon toute vraisemblance, les prochaines découvertes se feront aux confins de plusieurs disciplines, entre biologie, chimie et physique, d'où la nécessité de fédérer diverses communautés et de créer des *melting pots* de culture scientifique.

La chimie a définitivement révolutionné notre espérance de vie, nos moyens de vivre et nos modes de vie. Pour cela, elle a puisé dans les réserves minérales et végétales de notre planète. Sans matériaux fossiles et pétrochimie, notre chimie de synthèse serait orpheline. Sans les minerais et la chimie associée des matériaux (association entre un composé chimique et son procédé d'élaboration) qui permettent de les doter de propriétés magnétiques, électroniques et optiques spéciales, nous ne disposerions pas aujourd'hui d'une telle diversité de dispositifs performants dont l'humanité devient dépendante.

Nous dépendons d'une planète dont nous avons consommé en quelques décennies, voire quelques siècles, les ingrédients qu'elle a mis des milliards d'années à produire.

**Chimistes, unissons-nous pour divulguer ce message et faire en sorte que cette année de la chimie nous fasse prendre conscience de ce fait et, par là même, nous fasse sanctionner le début d'une autre chimie déjà baptisée "Chimie de réincarnation".**

Il s'agit d'une chimie centrée sur le recyclage et qui a pour but de redonner une seconde vie à des éléments chimiques en voie d'épuisement. Recyclage n'est certes pas un mot *chic* pour notre communauté qui trop souvent repose sur des effets de mode ou d'annonce ; cependant, cette activité deviendra essentielle dans les décennies à venir. Que le chimiste reste humble et créatif, qu'il sache servir de messager et de gardien de la déontologie et de l'éthique vis-à-vis de notre société, l'année de la chimie n'en sera que plus belle.



Scénarios de recherche actuels sur des cycles de conversion et de stockage de l'énergie à empreintes CO<sub>2</sub> minimales.

**Pr Jean-Marie TARASCON**  
Développement durable – environnement, énergie et société





# La chimie au Collège de France

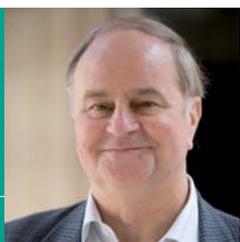
## De l'analyse à la synthèse, une science en constante évolution

Jacques  
Livage

Les 19 chaires de chimie qui se sont succédé au Collège de France depuis la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle retracent bien l'histoire de cette discipline. Le XVIII<sup>e</sup> siècle a en effet marqué la naissance de la Chimie en tant que science. C'est pourquoi, plus de deux siècles après sa fondation, le Collège de France créa, en 1774, la première chaire de *Chimie et histoire naturelle*.

Cette nouvelle chaire, qui résultait en fait de la transformation d'une chaire de médecine, fut attribuée à Jean Darcet, qui avait lui-même été médecin avant de se consacrer à la chimie sous l'influence de Guillaume-François Rouelle, chimiste au Jardin du Roy. Pendant près d'un siècle, les chimistes du Collège se consacrèrent essentiellement à l'analyse des composés minéraux. La polémique sur l'origine "vitale" des substances organiques n'était pas close. Toutefois, les chimistes, souvent médecins ou pharmaciens d'origine, traitaient aussi parfois de chimie organique, voire même biologique. C'est ainsi que Jean Darcet parvint à extraire la gélatine des os et que Nicolas Vauquelin découvrit le premier acide aminé, l'aspargine. Il fallut cependant attendre la fin du XIX<sup>e</sup> siècle avec Marcelin Berthelot pour que "la chimie organique fondée sur la synthèse" acquière ses lettres de noblesse et fasse l'objet d'une deuxième chaire.

**Pr Jacques LIVAGE**  
Titulaire de  
la chaire de Chimie  
de la matière condensée  
de 2001 à 2009



1789

**Procédé "Leblanc"**

Procédé d'extraction de la soude artificielle à l'origine du développement de l'industrie chimique en France. Mis au point par Nicolas Leblanc dans le laboratoire de Jean Darcet.

1797 **Chrome**1798 **Béryllium**

Découverts par Nicolas Vauquelin

1802

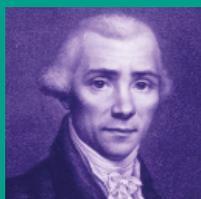
**Bleu de Thénard**

Pigment à base d'oxyde de cobalt, utilisé pour colorer la porcelaine, découvert par Louis-Jacques Thénard en 1802.

1826

**Brome**

Découvert par Antoine-Jérôme Balard

**De l'analyse minérale aux lois chimiques**

Précepteur des fils de Montesquieu, **Jean Darcet** (1774-1801) fut le premier à prononcer sa leçon inaugurale en français et sans sa robe doctorale. Le thème de sa conférence, "sur l'état actuel des Pyrénées et sur les causes de leur dégradation", n'avait qu'un lointain rapport avec la chimie telle que nous la concevons aujourd'hui. Directeur de la manufacture de Sèvres, Jean Darcet jeta les bases de l'analyse chimique moderne.

**Il montra que le diamant combustible n'était pas de même nature que le rubis ou l'émeraude et introduisit la fabrication de la porcelaine en France.**

C'est dans son laboratoire que **Nicolas Leblanc**, chirurgien du duc d'Orléans, mis au point le procédé d'extraction de la soude artificielle qui porte son nom et qui sera à l'origine du développement de l'industrie chimique avant d'être détrôné cent ans plus tard par le procédé "Solvay".

Aujourd'hui, avec le recul du temps on peut se demander pourquoi Antoine-Laurent Lavoisier, qui fut incontestablement le précurseur de la chimie moderne, n'entra jamais au Collège de France. Il était sans doute trop jeune et n'avait pas 30 ans lorsque la chaire de chimie fut créée. Il n'était malheureusement plus de ce monde lorsqu'elle fut libérée en 1801. La révolution n'avait besoin ni de savants, ni de chimistes !

La chaire de *Chimie minérale* fut alors attribuée à **Nicolas Vauquelin** (1801-1804) auquel on doit la découverte du chrome et du béryllium. Le Collège de France n'avait sans doute pas encore le prestige qu'on lui connaît aujourd'hui puisque Nicolas Vauquelin quitta le Collège trois ans plus tard pour une chaire de *Chimie appliquée aux arts* au Jardin du Roy. En fait, c'était pour se rapprocher de son maître, Antoine-François Fourcroy qui, dans sa jeunesse, l'avait initié à la chimie.

Son successeur, **Louis-Jacques Thénard** (1804 à 1845), fit une bien plus longue carrière au Collège de France. Nommé à 28 ans, il occupa la chaire de *chimie minérale* pendant plus de 40 ans. Il est connu pour sa découverte du bore, la synthèse de l'eau oxygénée et surtout pour le "bleu de Thénard", pigment à base de sels de cobalt toujours utilisé pour colorer la porcelaine. Il initia aussi un nouveau mode d'enseignement de la chimie, basé sur l'expérience.

Pharmacien de formation, **Théophile-Jules Pelouze** ne fit qu'un court séjour au Collège de France (1845-1850). Ses travaux portent sur des domaines très variés tels que l'acide nitrosulfurique, la glycérine, l'acide hypurique, les produits de décomposition du cyanogène dans l'eau ou la déshydratation des citrates. Son travail le plus remarquable est sans aucun doute la découverte des nitriles. Il fait partie des 72 savants dont le nom est inscrit sur la tour Eiffel.

**Antoine-Jérôme Balard** est surtout connu pour la découverte du brome. Étudiant en pharmacie, il n'avait alors que 22 ans ! Frappé par les analogies que présentait ce nouvel élément avec le chlore et l'iode, il fut l'un des premiers à introduire la notion de "famille chimique" qui servira plus tard à Mendeleef pour établir sa classification périodique. Il occupa sa chaire pendant un quart de siècle (1851-1876) et s'intéressa surtout aux substances dissoutes dans l'eau de mer. Il contribua ainsi au développement d'une industrie nouvelle basée sur l'extraction du chlorure de potassium et du sulfate de soude à partir des eaux mères des marais salants.

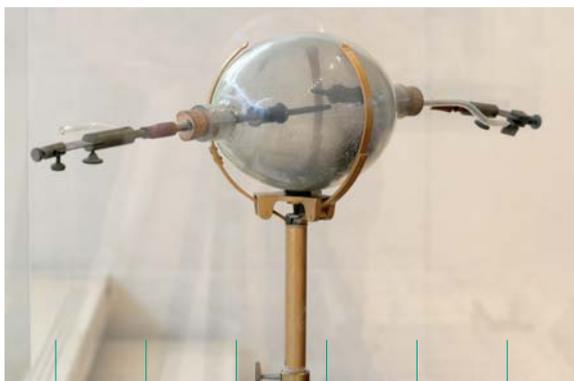
Après des études de médecine, **Paul Schützenberger** se tourne vers la chimie et devient l'assistant d'Antoine-Jérôme Balard auquel il succède au Collège de France (1876-1897). Ce fut essentiellement un expérimentateur. Comme ses prédécesseurs, ses travaux portent aussi bien sur les composés organiques (acétate de cellulose) que sur les composés minéraux. C'est ainsi qu'il découvre l'hydrosulfite de soude ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ ) qui va jouer un rôle important comme réducteur dans la fabrication de l'indigo.

1862

**Synthèse de l'acétylène**

Réalisée par Marcelin Berthelot dans son "œuf électrique".

Elle met fin au concept de force vitale et montre qu'il est possible de synthétiser un composé organique à partir de ses éléments, carbone et hydrogène.



1884

**Principe de "Le Chatelier"**

Loi qui régit les équilibres chimiques : publié par Henri Le Chatelier en 1884 à l'Académie des sciences.

La culture de l'indigotier fera la fortune du Languedoc jusqu'à l'apparition des colorants synthétiques issus des travaux de Perkin. Les colorants chimiques remplaceront en quelques années les teintures végétales entraînant la ruine de ceux qui les cultivaient.

**Henri Le Chatelier** (1898-1907) est surtout connu pour ses travaux en chimie générale. Selon ses propres paroles, il s'intéressa essentiellement à la mécanique chimique et à la chimie industrielle. Il présenta en 1884 à l'Académie des sciences un mémoire de quatre pages décrivant la loi qui régit les équilibres chimiques et qui aujourd'hui porte son nom (principe de Le Chatelier). Polytechnicien, major de sa promotion, il suivit les cours de l'école des Mines et fréquenta le laboratoire de Sainte-Claire Deville à l'École normale supérieure, ce qui explique son rôle dans le développement de la métallurgie. Il a donné son nom à l'effet Portevin-Le Chatelier qui décrit la déformation des alliages.

Élève de Berthelot, dont il fut l'assistant au Collège de France, **Camille Matignon** (1908-1934) a participé à la plupart des travaux de thermochimie effectués à l'aide de la bombe calorimétrique. Ses recherches portent sur un trop grand nombre de sujets pour que l'on puisse attacher son nom à une découverte particulière. Il mourra subitement au cours de l'assemblée générale des professeurs du Collège de France. Avec lui s'éteint la lignée des minéralistes qui ne reviendront qu'à la fin du XX<sup>e</sup> siècle avec la nomination de Jean Rouxel.

**La chimie organique fondée sur la synthèse**

La chimie organique n'est vraiment née qu'au XIX<sup>e</sup> siècle, avec la synthèse de l'urée par Friedrich Wöhler en 1828 et celle de la mauvéine par Henry Perkin en 1856 qui entraîna l'essor de l'industrie chimique. Le Collège de France, dont la mission était de développer la *science en train de se faire* ne pouvait ignorer cette révolution et une deuxième chaire de chimie, consacrée à la chimie organique fut créée en 1865. Cette création suscita d'ailleurs de fortes controverses, en particulier de la part de Louis Pasteur qui souhaitait que l'on crée une chaire de physiologie pour Claude Bernard plutôt qu'une chaire de chimie organique pour Marcelin Berthelot. Il ajoutait d'ailleurs que si une telle chaire était créée, il s'y porterait candidat. De ce fait, le Collège de France ne créa tout d'abord qu'un *cours de chimie organique* en 1863 et ce n'est que deux ans plus tard qu'une chaire de chimie organique fut créée, le 8 août 1865. Elle sera occupée par Marcelin Berthelot pendant 42 ans. C'est un record de longévité au Collège de France !

Entré au Collège de France en 1851 comme préparateur de Balard, **Marcelin Berthelot** (1865-1907) y a joué un rôle fondamental et souvent controversé. Avec son ouvrage, *La chimie organique fondée sur la synthèse*, il révolutionne la chimie jusque-là limitée à l'analyse. La synthèse de l'acétylène dans *l'œuf électrique* que l'on peut encore voir dans le hall du Collège, est restée célèbre.

Elle montrait, pour la première fois, qu'il était possible de réaliser la synthèse d'un composé organique  $C_2H_2$  à partir de ses éléments, carbone et hydrogène et sans l'aide de la force vitale.

L'œuvre scientifique de Marcelin Berthelot ne se limite pas à la synthèse organique. Elle couvre presque tous les aspects de la chimie de la fin du XIX<sup>e</sup> siècle.

En chimie organique, il montre le caractère réversible des réactions d'estérification qui conduisent à un équilibre que l'on peut déplacer en jouant sur les conditions expérimentales. Cette observation conduira Gudberg et Waage à établir la fameuse *loi d'action de masse*. En chimie physique, la mesure, grâce à sa bombe calorimétrique, de la chaleur mise en jeu lors d'une réaction chimique le conduisit à énoncer le principe du travail maximum qui sera dénoncé plus tard par Pierre Duhem. Ses travaux exposés dans l'ouvrage *Essai de mécanique chimique fondée sur la thermochimie*, publié en 1879, vont jeter les bases d'une nouvelle discipline, la thermochimie.

Lors de ses études sur les plantes, Marcelin Berthelot s'attacha à mettre en évidence le rôle des micro-organismes présents dans le sol. Ces travaux vont d'ailleurs déboucher sur la violente controverse qui l'opposa à Louis Pasteur. Selon ce dernier, la fermentation du glucose exigeait la présence de micro-organismes, les levures *Saccharomyces cerevisiae*. Marcelin Berthelot, avec Claude Bernard, pensait que la transformation du glucose en alcool était due à un ferment non vivant secrété par les levures. On sait aujourd'hui que ce sont des enzymes qui catalysent la réaction.

Cette controverse ne fut pas la seule dans la carrière de Marcelin Berthelot. La plus importante fut celle qui l'opposa aux atomistes. Défenseur de la théorie des équivalents, basée sur la mesure des masses et des volumes, il ne voulut pas admettre l'existence des atomes. Homme de pouvoir, il fut ministre, directeur de l'enseignement supérieur et sénateur inamovible à vie. Cela lui valut beaucoup d'honneurs – il fut enterré au Panthéon avec son épouse – mais aussi bien des jalousies !

**La fermentation**

Pasteur avait mis en évidence le rôle de micro-organismes tels que les levures lors de la fermentation du glucose. Reprenant les travaux de Claude Bernard, Marcellin Berthelot soutenait qu'il s'agissait en fait d'une réaction due à l'action d'un ferment (enzyme) secrété par les levures. Il en résulta l'une des grandes controverses de l'histoire des sciences à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle.

**1914–1918****Anti-oxydants**

Découverts par Charles Moureu et Charles Dufraisse en étudiant l'auto-oxydation des gaz de combat.

**1947****Synthèse de la première hormone marquée à l'iode****131** <sup>(131I)</sup>

Réalisée par Alain Horeau, le procédé permet de suivre l'hormone à travers l'organisme.

Marcellin Berthelot a introduit la chimie organique au Collège de France. Cette discipline ne disparaîtra pas avec lui. Sa chaire sera occupée de façon continue par des chimistes organiciens éminents qui auront tous reçu une formation de pharmacien.

**Émile Jungfleisch** (1908-1916) fut l'élève et successeur de Marcellin Berthelot avec lequel il rédigea un *Traité élémentaire de chimie organique*. Il est surtout connu pour ses travaux sur la dissymétrie moléculaire. Il s'efforça de réaliser la synthèse totale de corps optiquement actifs, ce qui l'engagea à de vives polémiques avec des savants contemporains tels que Pasteur. Il réussit à préparer plusieurs centaines de grammes d'acide tartrique inactif puis à le dédoubler en ses composantes optiquement actives. Il démontrait ainsi que le pouvoir rotatoire pouvait se former sans l'intervention du vivant.

**Charles Moureu** (1917-1929) est surtout connu pour avoir découvert, avec son élève, **Charles Dufraisse** (1942-1955) le phénomène d'auto-oxydation et les anti-oxydants. L'histoire de cette découverte est originale. C'est au cours de la Grande Guerre 14-18, en travaillant sur les gaz de combat, qu'ils cherchent un moyen de stabiliser l'acroléine, gaz lacrymogène, qui devient liquide en polymérisant. Ils remarquent que cette polymérisation est toujours précédée d'une oxydation et définissent ainsi le phénomène d'autoxydation. Ils observent aussi que certains composés comme l'hydroquinone stabilisent l'état gazeux en s'opposant à l'autoxydation.

**Les antioxygènes que l'on appellera plus tard les anti-oxydants venaient d'être découverts. Ils jouent aujourd'hui un rôle important dans l'industrie et surtout en médecine, dans la lutte contre le vieillissement !**

Soucieux de tisser des liens entre les chimistes du monde entier, Charles Moureu créa l'*Union internationale de chimie pure et appliquée (IUPAC)* qui joue encore aujourd'hui un rôle important dans la vie scientifique.

Avant d'être nommé au Collège de France dans la chaire de chimie organique, **Marcel Delépine** (1930-1941) occupait la chaire de minéralogie et d'hydrologie à la faculté de Paris. Préparateur de Marcellin Berthelot il contribua au développement de la thermochimie. Conseiller scientifique aux établissements Poulenc, il assumait la direction des recherches pharmaceutiques de la société Rhône-Poulenc.

Ceci montre bien le caractère universel de ce savant qui a apporté une contribution importante dans tous les domaines de la chimie : minérale, organique et générale.

En chimie minérale, il s'intéressa au phénomène de complexation. Poursuivant l'œuvre de Werner, il étudia les complexes du platine, de l'iridium et du rhodium. Il mis au point un procédé original d'élaboration du tungstène métallique qui sera développé pour la fabrication industrielle des filaments utilisés dans les lampes à incandescence.

Pharmacien de formation, il s'intéressa à un médicament très en vogue à l'époque, l'urotropine (hexaméthylène-tétramine) obtenu par action de l'ammoniaque sur l'aldéhyde formique. Il publia ainsi des travaux fondamentaux dans le domaine de la chimie organique des aldéhydes et c'est en travaillant sur les dérivés sulfurés qu'il découvre le phénomène d'oxyluminescence.

Comme nous l'avons souligné plus haut, il est difficile de séparer le nom de Charles Dufraisse (1942-1955) de celui de Charles Moureu dont il fut le collaborateur à l'école de pharmacie puis au Collège de France depuis 1911. C'est ensemble qu'ils découvrirent l'autoxydation et les antioxygènes.

Avec la chaire de *Chimie organique des hormones* d'**Alain Horeau** (1956-1980), la chimie organique s'ouvre sur la biologie. Horeau travailla essentiellement sur la synthèse d'hormones naturelles ou artificielles et sur les problèmes de stéréochimie. Dès 1944, avec Frédéric Joliot, Robert Courrier et Pierre Sue, Alain Horeau réalisait au Collège de France la première synthèse d'une hormone, la thyroxine, marquée par un radioélément artificiel l'iode 131. Ce marqueur radioactif donnait la possibilité de suivre des molécules, même présentes en très faible concentration, depuis leur lieu de production jusqu'à celui de leur action. On pouvait ainsi isoler les récepteurs et étudier la transmission du message à l'intérieur des cellules.

1979

**Chimie supramoléculaire**

Développée par Jean-Marie Lehn, prix Nobel de chimie en 1987.

1997

**Chimie douce**

Les deux initiateurs de la chimie douce, Jean Rouxel (chimie douce à précurseurs solides) et Jacques Livage (chimie douce à précurseurs moléculaires), ont été professeurs au Collège de France.

### Vers une chimie pluridisciplinaire où les barrières disparaissent

L'ancien antagonisme qui avait séparé la chimie minérale et la chimie organique disparaît à la fin du XX<sup>e</sup> siècle. Les frontières entre disciplines s'effondrent et les chaires s'ouvrent aux disciplines voisines, la physique et la biologie. C'est caractéristique avec la chaire de *Chimie des interactions moléculaires* de **Jean-Marie Lehn** (1979-2011) (prix Nobel 1987), qui ouvre la voie à une chimie dans laquelle les molécules s'assemblent pour former des édifices supramoléculaires.

### On ne s'intéresse plus seulement aux propriétés d'une molécule unique, mais à la synergie qu'engendre leur association.

C'est ainsi que l'on forme des cages (cryptates) dont la forme et la taille est adaptée à l'objet que l'on veut emprisonner. Cette nouvelle chimie met en jeu des processus de reconnaissance moléculaire qui permettent de comprendre comment la chimie a permis de passer de la molécule unique aux assemblages auto-organisés qui ont donné naissance au vivant. L'ouverture vers la biologie s'est concrétisée récemment (2009) avec la chaire de *Chimie des processus biologiques* de **Marc Fontecave** qui met en évidence le rôle des ions métalliques sur l'activité biologique des métallo-protéines.

Avec **Jean Rouxel** (1997-1998), la chimie du solide fait son entrée au Collège de France, juste reconnaissance des progrès accomplis par cette discipline dans la deuxième moitié du XX<sup>e</sup> siècle avec des chercheurs comme Paul Hagenmuller et Robert Collongues. Là encore, les barrières disparaissent. Le solide minéral devient porteur de propriétés physiques et les corrélations structure-propriétés servent de base au développement de nouveaux matériaux. Les solides lamellaires se combinent aux molécules organiques pour former des composés d'insertion. Ces solides, dont l'argile constitue l'exemple le plus connu, sont formés de feuillets minéraux associés par des liaisons faibles.

Ces feuillets peuvent s'écarter pour insérer des espèces minérales, organiques voire même biologiques. C'est ainsi que l'on a pu développer les nouvelles batteries au lithium, comprendre les propriétés exceptionnelles du bleu maya ou décrire l'intervention du minéral dans les processus de formation de la vie. La carrière de Jean Rouxel au Collège de France fut malheureusement très courte, mais l'esprit de ses recherches fut conservé avec la création d'une chaire de *Chimie de la matière condensée* de **Jacques Livage** (2001-2010) qui faisait un pont entre la chimie du solide et la *matière molle* de Pierre-Gilles de Gennes. La chimie des matériaux du XXI<sup>e</sup> siècle devient bio-inspirée et étend plus fortement ses interfaces avec la physique, la biologie et l'ingénierie.

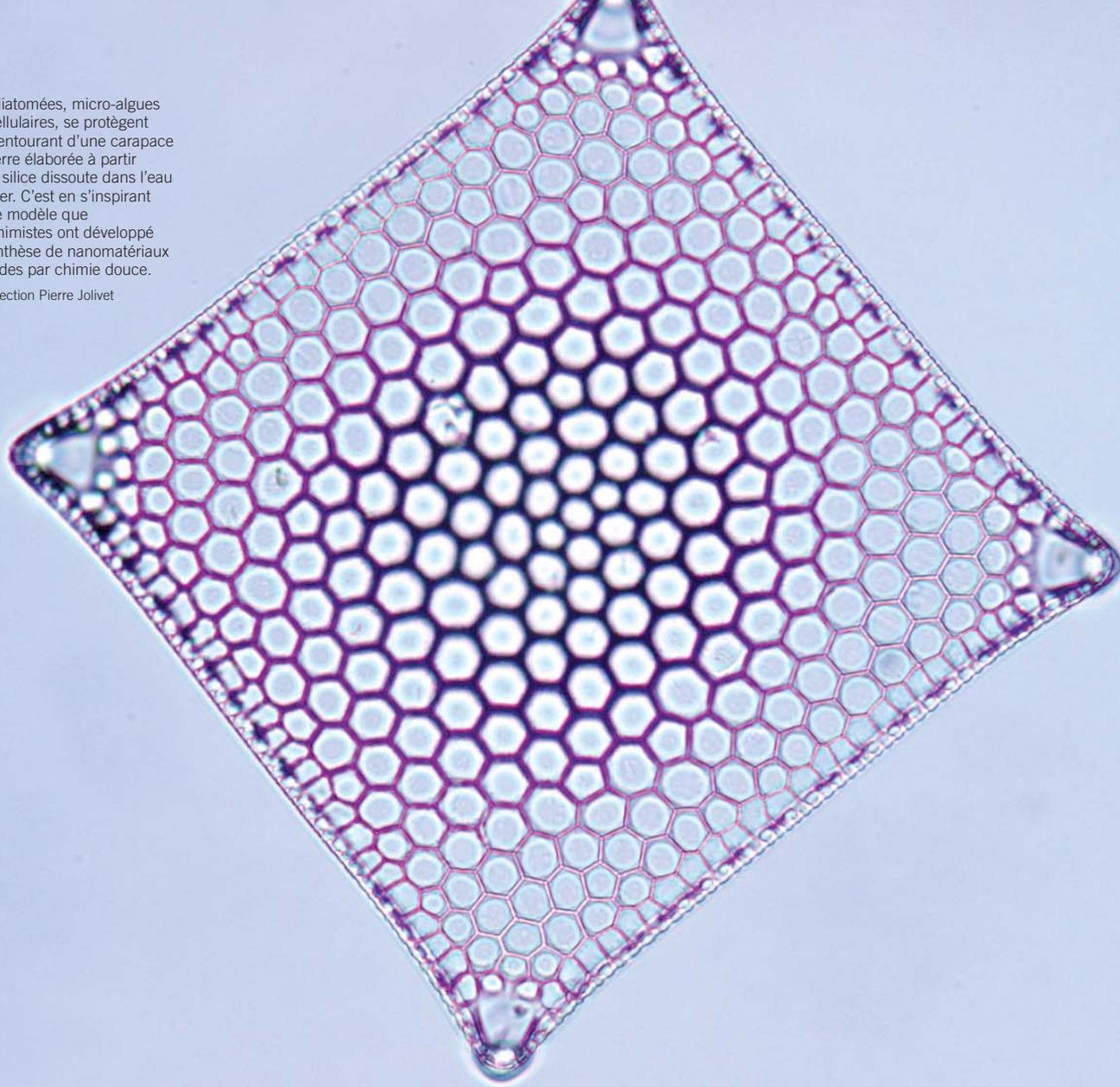
### Cette chimie "intégrative", permettant d'associer efficacement, à toutes les échelles, des composantes minérales construites sur mesure aux molécules ou macromolécules organiques et biologiques, conduit à la formation de matériaux hybrides à structures hiérarchiques multifonctionnels.

De nouveaux horizons se sont ouverts qui viennent de se concrétiser avec la chaire de *Chimie des matériaux hybrides* de **Clément Sanchez** (2011).

Soulignons enfin que 2011, année de la chimie, est une année faste pour cette discipline puisque la chaire annuelle *Développement durable - Environnement, énergie et société* est occupée par **Jean-Marie Tarascon** qui apporte des solutions prometteuses aux problèmes de l'énergie et du réchauffement climatique en développant les batteries de demain.

Les diatomées, micro-algues unicellulaires, se protègent en s'entourant d'une carapace de verre élaborée à partir de la silice dissoute dans l'eau de mer. C'est en s'inspirant de ce modèle que les chimistes ont développé la synthèse de nanomatériaux hybrides par chimie douce.

© collection Pierre Jolivet



## HISTORIQUE DES CHAIRES DE CHIMIE AU COLLÈGE DE FRANCE

1774 – 1801	<b>Jean Darcet</b>	chimie et histoire naturelle
1801 – 1804	<b>Nicolas Vauquelin</b>	chimie minérale
1804 – 1845	<b>Louis-Jacques Thénard</b>	chimie minérale
1845 – 1850	<b>Théophile-Jules Pelouze</b>	chimie minérale
1851 – 1876	<b>Antoine-Jérôme Balard</b>	chimie minérale
1865 – 1907	<b>Marcelin Berthelot</b>	chimie organique
1876 – 1897	<b>Paul Schützenberger</b>	chimie minérale
1898 – 1907	<b>Henri Le Chatelier</b>	chimie minérale
1908 – 1934	<b>Camille Matignon</b>	chimie minérale
1908 – 1916	<b>Émile-Clément Jungfleisch</b>	chimie organique
1917 – 1929	<b>Charles Moureu</b>	chimie organique
1930 – 1941	<b>Marcel Delépine</b>	chimie organique
1942 – 1955	<b>Charles Dufraisse</b>	chimie organique
1956 – 1980	<b>Alain Horeau</b>	chimie organique des hormones
1979 – 2010	<b>Jean-Marie Lehn</b>	chimie des interactions moléculaires
1997 – 1998	<b>Jean Rouxel</b>	chimie des solides
2001 – 2009	<b>Jacques Livage</b>	chimie de la matière condensée
2008	<b>Marc Fontecave</b>	chimie des processus biologiques
2010	<b>Clément Sanchez</b>	chimie des matériaux hybrides

## PROJET EQUIPEX ASTER/CEREGE

# Des accélérateurs pour la géochimie

Édouard  
Bard**Les recherches réalisées au CEREGE**

d'Aix-en-Provence vont bénéficier d'une formidable accélération dans tous les sens du terme. En effet, l'Agence nationale de la recherche a retenu le projet ASTER-CEREGE dans le cadre de l'appel d'offre EQUIPEX du grand emprunt national.

Ce projet, coordonné par le Pr Édouard Bard, directeur-adjoint du CEREGE, sera doté par l'ANR de 2,7 millions d'euros pour des équipements analytiques et environ un million d'euros destinés à leur fonctionnement jusqu'en 2020.

La plateforme de géochimie isotopique ASTER-CEREGE sera administrée par l'université Paul Cézanne Aix-Marseille en collaboration avec les autres tutelles de l'UMR-6635 CEREGE : le CNRS/INSU, le Collège de France et l'IRD, et en partenariat avec un laboratoire de l'INRA installé sur le même campus du Technopôle Méditerranéen de l'Arbois à Aix-en-Provence.

L'objectif du projet ASTER-CEREGE est d'étendre et de diversifier la gamme instrumentale de nos équipements en géochimie isotopique et de les élever au meilleur niveau international actuel. Le projet est composé de trois volets d'instrumentation complémentaires : un spectromètre de masse par accélérateur (AMS) miniature dédié spécifiquement à la mesure du carbone 14 de micro-échantillons gazeux et solides (photo 1) ; un spectromètre de masse à source plasma et multicollecteur (MC-ICPMS photo 2) ; une source d'ions plus performante pour l'accélérateur ASTERisques de 5 MV déjà présent sur le site (photo 3). Ces trois volets d'équipement seront utilisés de façon combinée pour des recherches axées sur des thématiques scientifiques au cœur des grands débats de société en cours.

**Étude du cycle du carbone**

Le  $^{14}\text{C}$  d'origine naturelle ou artificielle (thermonucléaire), est le meilleur traceur géochimique dont nous disposons pour étudier le cycle du carbone et en déterminer les constantes de temps. Les objectifs scientifiques de notre projet concernent la compréhension et le suivi du cycle du carbone et des échanges naturels et anthropiques de  $\text{CO}_2$  entre l'atmosphère, l'océan, la végétation et les sols grâce au traçage par le  $^{14}\text{C}$ .

L'AMS a permis de mesurer le  $^{14}\text{C}$  dans des échantillons de moins d'un milligramme de carbone, décuplant l'utilité de ce traceur géochimique, devenu quantifiable dans pratiquement toutes les phases organiques et minérales, solides, liquides ou gazeuses contenant du carbone. Développée dans les années 1980, l'AMS a supplanté les techniques de comptage de la radioactivité du  $^{14}\text{C}$ , mais plusieurs aspects rendent les analyses difficiles et onéreuses, notamment l'utilisation d'un accélérateur de haute tension (3 MV) et d'une source d'ions issus de pastilles de carbone solide.

Des innovations techniques conduites en Europe et aux États-Unis ont abouti récemment à une modernisation de l'AMS. Un accélérateur de quelques centaines de kV permet de miniaturiser le système. Une source à gaz carbonique ouvre la voie à des analyses encore plus sélectives sur des échantillons purifiés de très petite taille (< 0,2 mg de carbone).

1. Spectromètre de masse par accélérateur (AMS) miniature dédié spécifiquement à la mesure du carbone 14 de micro-échantillons gazeux et solides (exemple du système MICADAS développé par l'ETH de Zürich).  
Photo : H.-A. Synal

2. Spectromètre de masse à source plasma et multicollecteur (MC-ICPMS, exemple du système développé par Nu Instruments).



Pr Édouard BARD  
Évolution du climat  
et de l'océan





### Les variations passées du niveau marin

Nos études sont fondées sur la datation d'archives naturelles (coraux, stalagmites) par les méthodes des séries de l'uranium et du thorium (voir p. 11 de *La Lettre* n°28, un bref article décrivant nos travaux récents sur les récifs fossiles de Tahiti).

Les données obtenues sont cruciales pour quantifier et comprendre la réponse des calottes de glace polaires aux variations du climat, ainsi que les impacts sur le littoral actuel.

Ces questions sont au cœur des débats en cours sur les conséquences du réchauffement climatique et sur la prévision de la remontée probable du niveau marin.

L'équipe du CEREGE s'est positionnée parmi les leaders mondiaux pour la reconstitution du niveau marin grâce aux datations de coraux fossiles, à l'aide de spectromètres de masse à thermo-ionisation (TIMS) de conception ancienne (années 1990). L'acceptation du projet EQUIPEX ASTER-CEREGE devrait permettre de maintenir cette compétitivité par l'acquisition d'un spectromètre à source plasma double focalisation à secteur magnétique et multicollecion (MC-ICPMS). Cette technologie ouvre de nouveaux domaines en géochimie et en géochronologie.

L'instrument de type MC-ICPMS qui intégrera la plateforme ASTER-CEREGE viendra en complément des deux TIMS qui composent l'actuel parc analytique du CEREGE, et sera le premier instrument de seconde génération spécifiquement dimensionné pour les analyses isotopiques des séries U-Th en France. Ceci devrait permettre d'accroître considérablement notre rythme de production d'analyses ainsi que leur précision. En complément, une jouvence des salles blanches annexées au laboratoire de spectrométrie de masse est prévue afin de constituer une plateforme de pointe.

### D'autres applications de la géochimie isotopique

D'autres applications seront envisagées, notamment celles liées au troisième volet d'équipement avec l'installation d'une nouvelle source d'ions pour l'accélérateur ASTERisques, opérationnel depuis 2007 sur le campus du CEREGE. Cette acquisition permettra d'augmenter l'efficacité d'ionisation des échantillons et donc de dépasser les limitations actuelles à l'interprétation des données que constituent la précision limitée par la statistique de comptage et la quantité des mesures effectuées.

Cette modernisation d'ASTERisques sera déterminante pour mener à bien les projets du CEREGE fondés sur la mesure d'autres cosmonucléides que le  $^{14}\text{C}$ , notamment le béryllium 10 ( $^{10}\text{Be}$ ) et le chlore 36 ( $^{36}\text{Cl}$ ). Notre équipe conduit les analyses de ces isotopes dans des carottes superficielles et profondes de la calotte glaciaire de l'Antarctique. Ces études permettent par exemple de reconstituer les variations de l'activité solaire, notamment pour les périodes récentes des derniers millénaires aux dernières décennies (voir article p.32). L'objectif est de quantifier les évolutions récentes des forçages climatiques naturels du Soleil et des volcans pour les comparer à la perturbation anthropique due aux gaz à effet de serre (programme ANR VolSol, coordonné par É. Bard).

Dans le cadre du projet ASTER-CEREGE, nous étudierons les perturbations géochimiques d'autres éléments, notamment des métaux, en réponse aux changements naturels globaux et aux multiples pressions anthropiques.

En parallèle à ces recherches fondamentales de forte actualité scientifique et en pointe au niveau international, notre projet représente également une ouverture vers des sujets de recherche valorisée (qualité des sols et des eaux, contrôle des émissions de carbone et de certains radioéléments, matériaux du nucléaire, etc.). Ce volet appliqué nécessitera de nouveaux développements méthodologiques pour utiliser pleinement nos outils. La plateforme de géochimie ASTER-CEREGE continuera, à ce titre, à assurer sa participation aux activités de deux pôles de compétitivité "Gestion des Risques et Vulnérabilité des Territoires" et "Eau".

3. Spectromètre ASTERisques (Accélérateur pour les Sciences de la Terre et les Risques) déjà installé sur le campus du CEREGE. Le projet EQUIPEX concerne l'installation d'une nouvelle source d'ions plus performante (ici, à gauche).  
Photo : G. Aumaître, CEREGE



# la vie des idées

BOOKS & IDEAS

## la vie des idées

Florent  
Guénard,  
Rédacteur  
en chef

Depuis plus de trois ans, la *Vie des idées*  
([www.laviedesidees.fr](http://www.laviedesidees.fr)), dirigée

par Pierre Rosanvallon, s'efforce de rendre  
compte de la vie intellectuelle, en France  
et à l'étranger, en cherchant à unir qualité et lisibilité,  
et en essayant pour cela de tirer le meilleur parti  
des ressources qu'offre Internet (l'accès est libre  
et gratuit).

Le site est ainsi devenu dans le paysage académique français  
une revue de référence en sciences humaines et sociales, tant  
par la diversité de ses contenus, par la notoriété de ses auteurs  
que par la rigueur de leur édition. Son succès, croissant depuis  
trois ans, prouve qu'il a su trouver sa place :

il compte plus de 180 000 lecteurs uniques  
par mois et plus de 17 000 abonnés  
à sa lettre d'information.

La site compte trois rubriques :

1. La rubrique "Livres & Études" comprend des recensions des  
ouvrages récemment parus en sciences humaines et sociales,  
en France mais aussi à l'étranger. Ces comptes rendus, confiés  
aux meilleurs spécialistes, sont cependant destinés à être lus  
par le public le plus large et non par la seule communauté des  
savants. Ils permettent de mesurer, quotidiennement, le déve-  
loppement des recherches au sein des disciplines, mais ils per-  
mettent également de nourrir le débat public sur les questions  
auxquelles toute société démocratique est confrontée.

2. La rubrique "Essais & débats" fait une large place aux articles  
approfondis que la rédaction commande ou reçoit et qu'elle  
évalue avec le plus grand soin. Ces textes portent tant sur des  
questions d'actualité que sur des débats de fond. Ils sont le  
plus souvent intégrés à des dossiers qui ont vocation à croiser  
les différentes disciplines des sciences humaines et sociales,  
ainsi que les études juridiques et les théories littéraires, afin  
d'apporter sur une question toute la richesse d'une approche  
diversifiée.

3. Enfin, la rubrique "Idées du monde" rassemble des textes  
qui s'attachent à montrer ce qui fait débat à l'étranger : les ou-  
vrages qui s'y écrivent et qui font l'objet de larges discussions,  
les questions qui s'y posent et les réponses qui s'y esquissent.  
Véritable outil de journalisme intellectuel, elle s'appuie sur des  
contributeurs dans le monde entier.

Afin d'aller plus loin encore dans la diffusion des connais-  
sances en sciences humaines et sociales et de nourrir par là  
le débat public, afin également de faire connaître à l'étranger  
ce qui s'écrit ici, la *Vie des idées* se dédouble aujourd'hui pour  
donner naissance à [www.booksandideas.net](http://www.booksandideas.net). Entièrement  
gratuit, *Books & Ideas* est un site en langue anglaise, dont la  
vocation est de reprendre certains articles de la *Vie des idées*  
(essais ou recensions) et de proposer des textes ou des entre-  
tiens originaux. À cette fin, il s'appuiera sur un réseau pluridis-  
ciplinaire de correspondants dans les cinq continents et nouera  
avec des sites ou des revues anglophones des partenariats que  
nous espérons productifs. Afin de toucher très rapidement le  
plus grand nombre de lecteurs, *Books & Ideas* s'appuiera éga-  
lement, notamment dans toutes les grandes universités étran-  
gères, sur un ensemble de relais qui permettront à cette revue  
de s'implanter durablement.

*Books & Ideas* est ainsi le prolongement naturel de la *Vie des  
idées* et du projet qui la caractérise depuis son origine : décloi-  
sonner les disciplines, construire une coopérative intellectuelle  
qui associe les compétences et dépasse les frontières, offrir  
ainsi à la communauté savante et au public éclairé, en France  
et à l'étranger, une bibliothèque de textes soigneusement écrits.

Pr Pierre ROSANVALLON  
Histoire moderne  
et contemporaine  
du politique





De gauche à droite : Noha Adly (bibliothèque d'Alexandrie), Sophie Grandsire (Collège de France), Mario Forteus, Aboubakar Cissé, Yaya Koloma, Ismaïl Serageldin, Rachida Maouche (AUF), Misrine Saadé, George Malamoud (AUF), Lara El Mallakh, Olivier Guillaume et Marie Chéron (Collège de France)

## Accueil de jeunes chercheurs étrangers

Olivier Guillaume, chargé des Relations internationales

Les thématiques abordées par la chaire Savoirs contre pauvreté correspondent aux préoccupations d'un grand nombre d'étudiants et d'enseignants-chercheurs du Sud.

C'était notamment le cas du cycle de cours sur "La faim dans le monde et la sécurité alimentaire" donnés du 5 au 21 janvier dernier par l'actuel titulaire de la chaire, le Pr Ismaïl Serageldin. C'est pourquoi le Collège de France, en liaison avec l'Agence française de développement (AFD) et l'Agence universitaire de la francophonie (AUF), a pris l'initiative d'inviter de jeunes chercheurs du Sud à venir à Paris suivre les cours du Pr Serageldin. Les stagiaires sélectionnés étaient :

- Nisrine Saadé, libanaise, enseignante à la Faculté de sciences économiques de l'université Saint-Joseph de Beyrouth
- Lara El Mallakh, égyptienne, *Senior Research Specialist* à la bibliothèque d'Alexandrie, doctorante
- Aboubakar Cissé, malien, docteur en économie du développement
- Yaya Koloma, malien, docteur en économie du développement
- Mario Forteus, haïtien, doctorant à l'université des Antilles et de la Guyane.

Lors de leur séjour, ces jeunes chercheurs ont suivi l'intégralité du cycle de cours (18 heures) du Pr Serageldin. Ils ont rencontré différents acteurs du développement et visité des institutions impliquées dans les questions de sécurité alimentaire, soit au niveau stratégique (ministère des Affaires étrangères et européennes) soit au niveau opérationnel (AFD et des ONG telles qu'Action contre la faim et le Comité catholique contre la faim). Ils ont également visité le *Poverty Action Lab* du Pr Esther Duflo, qui avait occupé la chaire Savoirs contre pauvreté en 2008/2009.

Ils ont par ailleurs été reçus à l'AUF. Enfin, ils ont participé à des séances de travail avec le Pr Serageldin, en présence de représentants de l'AFD et de l'AUF, pour préciser les suites à donner à l'opération, l'objectif étant d'entretenir les dynamiques créées à l'occasion de ce stage et de constituer un réseau d'échanges et de coopérations scientifiques.

À l'issue du séjour, chaque chercheur a remis un rapport de stage détaillé ainsi qu'un projet de recherche de terrain portant sur les questions de pauvreté et de développement. Ces projets sont en cours d'examen et feront l'objet d'un soutien de la part de la Fondation du Collège de France et des institutions partenaires de l'opération. Notons d'ores et déjà une retombée positive : la faculté d'économie de l'université Saint-Joseph a confié à Mme Saadé, dès son retour à Beyrouth, l'animation d'un séminaire de deux mois sur les thématiques de la faim et de la sécurité alimentaire.

Devant le succès de cette première expérience, le Collège de France, l'AFD et l'AUF ont décidé de renouveler l'opération l'an prochain à plus grande échelle.

**À terme, on envisage la mise en place d'une véritable "école" consacrée à ce thème, sur le modèle des universités d'été.**

Pour favoriser la diffusion des enseignements de la chaire Savoirs contre pauvreté en direction des pays en développement, le Collège de France, l'AUF et l'AFD avaient déjà pris l'initiative d'organiser, après chaque leçon inaugurale, un débat par visio-conférence entre le professeur et les publics réunis pour la circonstance dans les campus numériques d'universités du Sud. Le stage organisé cette année constitue une étape supplémentaire dans l'animation scientifique autour de cette chaire.

**Pr Ismaïl SERAGELDIN**  
Savoirs  
contre pauvreté



INTERVIEW

# Dov Zerah

– Vous êtes depuis mai 2010 le nouveau directeur général de l'AFD, qui fête cette année sa soixante dixième année d'existence.

Comment décririez-vous cette agence ?

**L'AFD a été créée en 1941 à Londres, par le Général de Gaulle.**

À l'époque, la France libre s'organise, elle récupère des territoires de l'Empire et a besoin d'une administration. Or, elle ne dispose ni d'une direction du trésor, ni d'une banque centrale. C'est dans ces conditions que naît la Caisse centrale de la France libre, qui, à la Libération, deviendra la Caisse centrale de la France d'outre-mer, chargée de participer au financement des territoires ultra-marins. Après l'accès à l'indépendance des colonies, elle se transforme en Caisse centrale de coopération économique, puis en Caisse française de développement, avant de devenir l'Agence française de développement en 1998.

Depuis soixante-dix ans, l'AFD mobilise des moyens financiers et humains pour combattre la pauvreté et favoriser le développement dans les pays du Sud et dans les DOM-TOM. Elle met en œuvre la politique de développement définie par le gouvernement français. Aujourd'hui, l'Agence est devenue une banque universelle de développement avec différentes catégories de partenaires : des pays moins avancés, des pays à revenu intermédiaire et des pays émergents, la France d'outre-mer, sans oublier les entreprises, qu'elles soient publiques ou privées, les collectivités locales et les ONG.

Notre modèle économique est bon. Entre 2005 et 2010, nos interventions sont passées de 1,5 Mds € par an à 7 Mds €. Ce résultat est obtenu avec peu de crédits budgétaires, environ 400 M € de bonifications soit la prise en charge par le Trésor français d'une partie des intérêts de nos prêts à l'étranger, et environ 200 M € de dons du ministère des Affaires étrangères.

Avec 600 M € de ressources budgétaires, nous faisons 7 Mds € de financements, et assurons 16 % de l'aide publique française au développement. Dans le même temps, nous reversons à l'État français un dividende annuel de plus de 200 M €.

– Quel est le champ d'intervention de l'Agence ?

Nous avons connu depuis une dizaine d'années une importante extension géographique. Nous intervenons en Afrique subsaharienne, au Maghreb, dans les pays arabes, en Asie et dans certains pays d'Amérique latine. Nous avons aussi connu une extension sectorielle de nos champs d'activités.

Nous concentrons la plus grande part des ressources en subventions qui nous sont allouées aux pays prioritaires d'Afrique, dans les secteurs de l'éducation et de la santé. Nous mettons aussi l'accent sur l'agriculture et l'agro-industrie au travers de prêts bonifiés. C'est essentiel pour assurer la sécurité alimentaire des populations. Cela nécessite des infrastructures, des routes et de l'énergie.

Nous travaillons enfin de plus en plus dans les pays émergents sur des financements de plans nationaux de lutte contre le changement climatique, sur le modèle du Grenelle de l'environnement. Nous sommes reconnus internationalement comme ayant une véritable compétence de mise en place de politiques publiques de lutte contre le réchauffement climatique, par exemple en Indonésie, au Mexique ou aux Philippines.

– L'AFD est partenaire depuis trois ans du Collège de France à travers la chaire Savoirs contre pauvreté. Pourquoi ce partenariat ?

Au-delà des projets, l'AFD a développé une importante activité de production intellectuelle ayant pour vocation de contribuer à la définition des politiques de développement de la France et de ses partenaires. Nous participons activement aux grands débats internationaux et nous menons des analyses qui contribuent aux stratégies opérationnelles de l'aide publique au développement.

C'est dans la continuité de ces activités de recherche que l'AFD a choisi de devenir partenaire du Collège de France en soutenant la création de la chaire Savoirs contre pauvreté. L'objectif est de mobiliser les connaissances sur les différentes dimensions du développement pour mieux comprendre et adapter notre action sur le terrain. Cette chaire participe aussi à diffuser une réflexion de qualité sur ces questions auprès d'un large public.

**Dov ZERAH**

Directeur général  
de l'Agence française  
de développement,  
mécène de la chaire  
Savoirs contre pauvreté





Le premier professeur titulaire de la chaire, Esther Duflo, jeune et brillante économiste du MIT, a donné le ton et l'esprit de la chaire, qui est de dispenser un enseignement de qualité, d'une grande rigueur scientifique et parfois non conventionnel. Ses positions sur l'efficacité du microcrédit, l'approche expérimentale dans le développement, tirée des pratiques médicales, font débat au sein de l'Agence et permettent une remise en question de nos pratiques. Le deuxième titulaire, le professeur Peter Piot, a montré que la lutte contre le sida ne peut être gagnée qu'avec la mobilisation de tous, la mise à disposition dans la durée de moyens financiers considérables et une orientation déterminée des politiques publiques vers la prévention.

Ismaïl Serageldin, ancien vice-président de la Banque mondiale en charge du développement durable, actuel directeur de la bibliothèque d'Alexandrie en Égypte, spécialiste des questions de pauvreté et grand humaniste est le titulaire actuel de la chaire. Son cours est intitulé "Mobiliser le savoir pour éradiquer la faim". Lors de sa leçon inaugurale le 18 novembre, il a démontré de façon magistrale que ce mal qui fait honte à notre humanité peut être éradiqué. Des solutions existent et sont à notre portée pour nourrir correctement le milliard de personnes qui connaissent la faim au quotidien. Sans cette sécurité alimentaire, aucun épanouissement individuel, aucune paix sociale n'est possible.

#### – Pensez vous, comme Ismaïl Serageldin, que le développement agricole est une priorité pour l'Afrique ?

D'ici 2050, l'Afrique comptera un milliard d'habitants supplémentaires, dont 60 % vivront dans les villes. Il faudra les nourrir ! Le développement économique va de pair avec le développement de l'agriculture. Depuis 2004, malgré les disparités régionales et nationales, l'Afrique connaît une véritable croissance économique qui doit se poursuivre, de manière aussi continue que possible, en évitant toute rupture. Il ne faut pas, à un moment ou un autre, qu'une crise alimentaire vienne l'arrêter ou la remettre en cause. Il est essentiel que nous travaillions pour assurer la stabilité et le développement du secteur agricole.

L'agriculture favorise la création de valeurs, la stabilisation des populations en milieu rural et la lutte contre la désertification. L'un des problèmes réels qui se posent dans ce contexte est celui des rendements agricoles. Aujourd'hui, il faut recréer les conditions d'une capacité africaine de production de semences. De la même façon, il est grand temps d'accélérer la mécanisation de l'agriculture africaine. En améliorant la productivité des exploitations agricoles, on fera baisser le prix des denrées tout en augmentant la production. Ce cercle vertueux permet de sortir de la pauvreté des millions de petits agriculteurs en nourrissant les habitants des villes. Ces priorités de la recherche agronomique et de la mécanisation agricole gagneraient à être traitées au niveau régional.

Au-delà du développement de l'agriculture, il est aussi question de celui de l'agro-industrie. L'Afrique a un cheptel important : 9 millions de bovins au Mali, 9 millions au Burkina Faso, 3 millions au Sénégal. Pourtant, on importe de la poudre de lait ! La production d'aliments du bétail est insuffisante et les marges de manœuvre sont importantes pour améliorer la productivité de cet important cheptel. Pour réussir ce pari, il faut travailler au niveau des communautés économiques régionales, construire des infrastructures routières et énergétiques et s'appuyer sur des structures privées.

#### – Quelles sont les perspectives du partenariat entre l'AFD et le Collège de France pour l'avenir ?

Le partenariat avec le Collège de France va se poursuivre et s'élargir. Après des enseignements sur l'économie du développement, la santé et aujourd'hui la lutte contre la faim, on peut envisager d'aborder des questions telles que les conflits et leur prévention, le savoir traditionnel des communautés et son rôle dans le développement, l'urbanisation et les bidonvilles dans les pays du Sud, la place de la démocratie dans la lutte contre la pauvreté, la démographie.

La lutte contre la pauvreté passe par le savoir et sa transmission au plus grand nombre et donc l'utilisation de technologies modernes. Avec le Collège de France, j'ai souhaité que l'on élargisse l'audience en facilitant l'accès à l'enseignement dispensé *via* Internet. Les cours sont traduits en anglais mais ne faudrait-il pas les traduire dans d'autres langues ? Ils sont publiés et largement distribués. En parallèle, un partenariat se développe avec l'Agence universitaire de la francophonie qui diffuse les enseignements *via* ses quatre-vingts campus universitaires.



# Le Collège de France : un modèle exportable ?

Pierre  
Corvol

**Le Collège de France a signé 17 conventions  
avec des institutions étrangères. En quoi**

**le partenariat avec la Belgique est-il particulier ?**

**L'une des missions du Collège de France** est de promouvoir la recherche et la pensée françaises et de participer aux grands débats d'idées et à la vie scientifique au niveau mondial. Il est donc engagé dans des échanges internationaux, notamment au moyen de partenariats permettant de créer au sein d'institutions étrangères des chaires d'accueil pour les professeurs du Collège. Initialement, en signant en juin 2007 une convention avec l'Université libre de Bruxelles (ULB), le Collège engageait un partenariat semblable à ceux qu'il a noués avec de nombreux autres organismes de recherche et d'enseignement supérieur. Au terme de cette convention, en accord avec l'ULB et avec les autres universités francophones belges, chaque année, deux à trois séances de quatre heures sont assurées à Bruxelles par des professeurs du Collège de France, dans le palais de l'Académie royale de Belgique. Les professeurs sont choisis par un comité de pilotage constitué de représentants des universités de la Communauté française de Belgique, sous la présidence de Jacques Reisse, professeur émérite à l'ULB, qui – avec les Prs Jean-Pierre Changeux et John Scheid, du Collège de France – est à l'initiative de cette collaboration.

Ce partenariat s'est avéré très fructueux et en 2008, M. Hervé Hasquin, secrétaire perpétuel de l'Académie royale de Belgique, a sollicité le parrainage du Collège de France pour une nouvelle structure alors en cours de création, le Collège Belgique, qui reprenait l'essentiel des principes qui régissent le fonctionnement de notre maison. Dès lors, nos relations ont dépassé largement le cadre d'un partenariat ordinaire, puisqu'elles ont en quelque sorte suscité la création d'une nouvelle institution académique, le Collège Belgique, né officiellement en 2009.

**– Le Collège de France est-il un modèle exportable ?**

Le Collège Belgique est sans équivoque une institution belge, mais il reprend les caractéristiques fondamentales du Collège de France : il dispense des cours ouverts à tous, d'accès libre, sur des sujets de préférence transversaux, non enseignés dans les universités. Les cours concernent aussi bien les humanités que les sciences et présentent la recherche en train de se faire.

Ils sont donnés par des membres de l'Académie ou des professeurs invités, ne sont professés qu'une fois, ne donnent lieu à aucun examen ou diplôme – mais peuvent être intégrés à des cursus doctoraux. Ils sont largement diffusés par les réseaux numériques : disponibles sur le site internet de l'Académie royale de Belgique, ils seront accessibles également sous forme de podcast dès cette année.

Les professeurs du Collège de France ont été sensibles à ces parentés et ont accepté avec enthousiasme de parrainer ce projet. Ils y participent activement, notamment à l'occasion des séances annuelles d'ouverture du Collège Belgique – qui sont doubles puisque les enseignements sont donnés dans deux villes : Bruxelles et Namur.

Les cours du Collège de France à Bruxelles sont désormais intégrés au programme du Collège Belgique. Au moment de son renouvellement en 2011, la convention devrait être modifiée pour être conclue cette fois entre le Collège de France et l'Académie royale de Belgique, qui joue un rôle prééminent parmi les acteurs belges du partenariat.

C'est pour le Collège de France une grande satisfaction de constater qu'il est une source d'inspiration pour des institutions analogues dans d'autres pays. Je note d'ailleurs qu'Abraham Flexner, l'inspirateur de l'Institute for Advanced Study de Princeton fondé en 1930, avait également mentionné le Collège de France comme un de ses modèles. Et tout récemment, le président du Korea Research Council of Fundamental Science and Technology, en visite à Paris, a manifesté son intérêt pour la structure et le mode de fonctionnement du Collège.

**– Est-ce un pas vers un modèle européen ?**

Nous serions évidemment heureux de voir se diffuser un modèle inspiré de l'humanisme de la Renaissance, qui a profondément marqué l'histoire et l'identité européenne et qui, dans un monde qui paraît souvent désorienté, constitue un repère précieux pour l'avenir.

**Promouvoir une recherche libre  
et œuvrer à sa diffusion pour  
tous, c'est une idée plus moderne  
que jamais.**

La meilleure preuve en est le succès rencontré par nos institutions, en France comme en Belgique, auprès d'un public qui dépasse largement, grâce aux médias numériques, les frontières nationales.

**Pr Pierre CORVOL**  
Administrateur du Collège  
de France  
Chaire de Médecine  
expérimentale





Les leçons se tiennent pour deux tiers d'entre elles au Palais des Académies à Bruxelles.

# Le Collège Belgique

Hervé Hasquin

L'histoire d'une Académie aussi ancienne que l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts fondée en 1772 est nécessairement rythmée par de grands événements : la fermeture par les Français en 1794, la réouverture par les Hollandais en 1816, la création d'une classe des Beaux-Arts en 1845 à côté de la classe des sciences et de la classe des lettres et des sciences morales et politiques, et l'instauration d'un système en vertu duquel les classes siègent désormais séparément – c'est le temps d'un début de fragmentation du savoir. En 2009, c'est le temps d'une tentative de réunification du savoir, de la synthèse, de la globalisation avec la création d'une quatrième classe, Technologie et société, une classe d'ingénieurs, de financiers, d'industriels, de juristes, d'économistes, de philosophes, etc. Cette initiative relève d'un constat simple : le contrôle des technologies est l'affaire de tous.

La création du Collège Belgique, qui a vu le jour de façon effective le 20 janvier 2009, relève en partie des mêmes préoccupations, avec en toile de fond la volonté de faire souffler un nouvel esprit académique et de faire de la Compagnie une Académie citoyenne. Le Collège Belgique a dès l'origine bénéficié du prestigieux parrainage du Collège de France.

Quels sont les principes fondateurs et le mode de fonctionnement du Collège ? Il propose tant à un public curieux qu'au chercheur spécialisé des cours-conférences de haut niveau, dispensés par d'éminents orateurs, orientés vers des thématiques peu explorées et aux confins de différentes disciplines. Les leçons se tiennent pour deux tiers d'entre elles au Palais des Académies à Bruxelles et les autres au Palais provincial de Namur (capitale de la Wallonie). Elles sont accessibles gratuitement et sans inscription préalable.

**Le Collège Belgique vise à sortir des universités et autres centres de recherche un savoir peu diffusé, afin de permettre à l'ensemble des citoyens d'y accéder.**

Le site internet de l'Académie ([www.academieroyale.be](http://www.academieroyale.be)) rend accessibles les résumés préliminaires aux leçons ainsi que différents documents, et propose en outre une audiOTHèque qui permet d'accéder gratuitement aux enregistrements des leçons, par streaming ou téléchargement. Le podcast sera disponible à partir du mois de mai 2011.

Les cours-conférences sont classés en trois catégories : sciences et technologies ; société, lettres et arts ; sciences biologiques et médicales. Chaque cycle annuel débute par deux séances d'ouverture, l'une à Bruxelles, l'autre à Namur.

Le parrainage du Collège de France a été mis à l'honneur en janvier 2009, 2010 et 2011 car se sont succédé à la tribune du Collège Michel Zink et Jacques Livage, puis Pierre Corvol et Antoine Compagnon, et enfin cette année Stanislas Dehaene et Henry Laurens.

Certains cours-conférences sont regroupés dans des sessions spéciales, ainsi à titre d'exemple *Géosphère et hydrosphère*, *L'Antarctique dans tous ses états*, *Lumières révolutionnaires*, *La justice en vérités*, *Invariants et limites objectives de l'énergie pour un développement durable*, *Aspects sociétaux et politiques*, *Perspectives de l'énergie nucléaire*. Une session est également consacrée à des professeurs du Collège de France, cette année Édouard Bard (*Réchauffement mondial, soleil ou gaz à effet de serre ?*) et Philippe Descola (*Les formes du visible*).

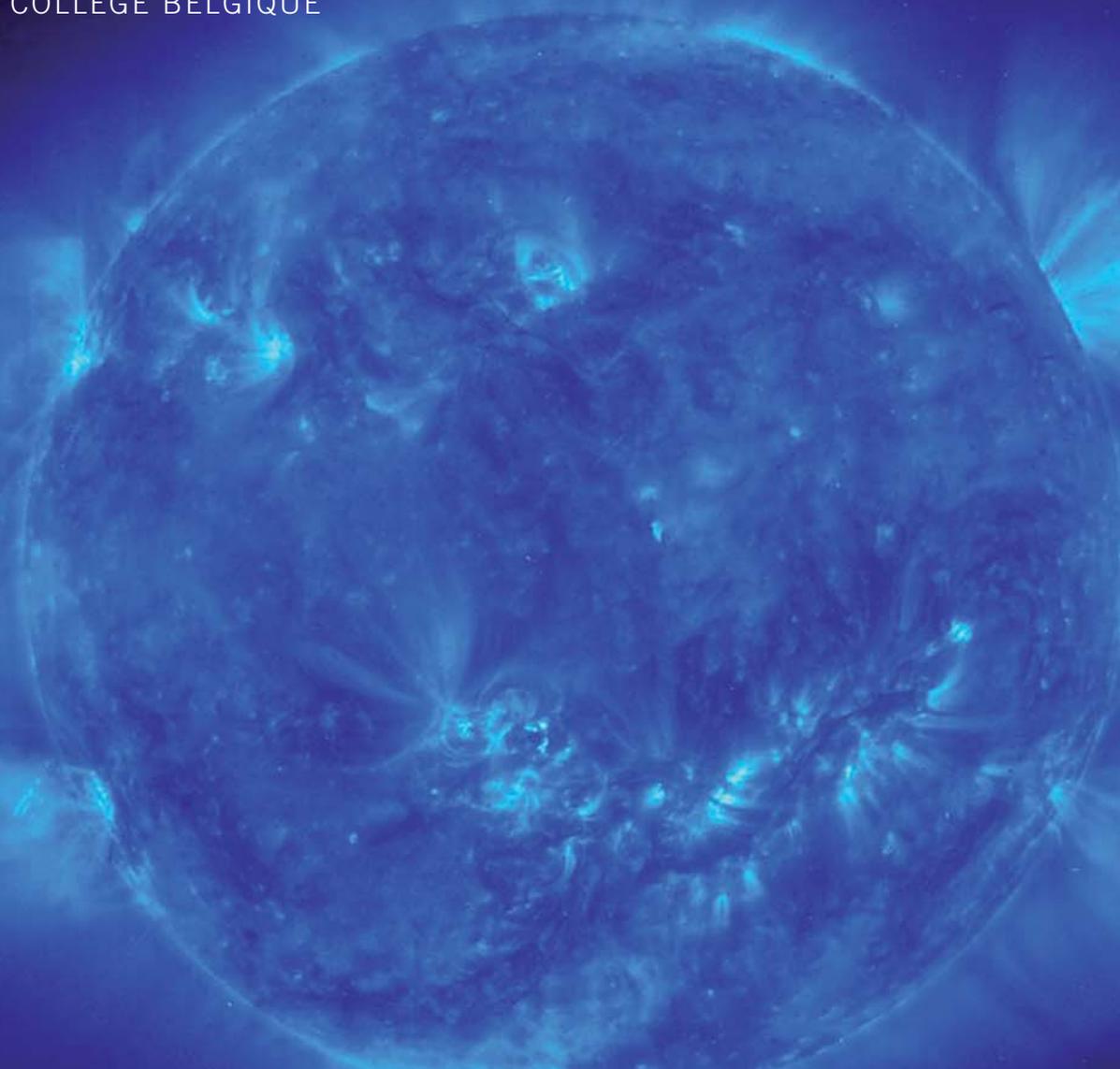
Au total ont été dispensées 119 leçons en 2009, 129 en 2010 et 148 le seront en 2011, auxquelles s'ajoutent divers colloques, par exemple *Musique et sciences de l'esprit* en 2010, *Arts du spectacle vivant* en 2011. Avec 5120 participants en 2010, la fréquentation a augmenté de 60 % par rapport à 2009 alors que l'audiOTHèque en sept mois a mobilisé plus de 7500 visiteurs.

**L'expérience du Collège Belgique comportait au départ des risques considérables : quel public serait intéressé ? L'Académie pourrait-elle bénéficier du soutien du monde universitaire et des chercheurs ?**

La Compagnie serait-elle à même de mobiliser les énergies et de faire passer son message à l'extérieur des milieux très spécialisés pour atteindre des tranches plus larges de l'opinion en Belgique et à l'étranger ? A l'évidence, la réponse est positive. Tant les visites du nouveau site de l'Académie que l'audiOTHèque connaissent une croissance exponentielle du nombre de leurs visiteurs. L'honneur que nous a fait le Collège de France n'est certainement pas étranger à ce succès.

**Hervé Hasquin**  
Secrétaire perpétuel  
de l'Académie royale  
de Belgique





# Influence du soleil sur le climat

## Variations du forçage radiatif solaire

Édouard  
Bard

Il a fallu attendre la fin des années 70 pour obtenir les premières données précises sur l'irradiance solaire mesurée à partir des satellites. La "constante solaire", introduite par le physicien français Claude Pouillet en 1838, fluctue à court terme et son cycle de 11 ans se caractérise par une variation de l'irradiance totale d'environ 0,1 %. Paradoxalement, l'éclairement augmente avec le nombre de taches solaires : les taches assombrissent le Soleil, mais leur effet est plus que compensé par celui des zones brillantes, les facules, qui leur sont associées.

La compilation des mesures brutes réalisées depuis 1978 par les différents satellites présente des difficultés car les séries ne couvrent pas la totalité des trois derniers cycles. Les travaux récents convergent vers une courbe synthétique montrant que le cycle de onze ans se superpose à une ligne de base évoluant faiblement, probablement à la baisse. Les données des satellites montrent aussi que les variations d'irradiance solaire ne sont pas homogènes sur tout le spectre, avec notamment une plus forte amplitude relative pour les rayons ultra-violet (avec des conséquences importantes sur le chauffage de la stratosphère et sur la formation de l'ozone stratosphérique par des réactions photochimiques).

Pour remonter au-delà des premières mesures par les satellites, il faut étudier d'autres données comme les observations des taches solaires, de la variabilité géomagnétique et des nucléides cosmogéniques. Depuis 20 ans, de nombreux auteurs ont montré que le nombre, et d'autres caractéristiques des taches solaires, peuvent être utilisés pour reconstituer l'irradiance solaire au cours des 3 à 4 derniers siècles. Il est aussi possible de reconstituer l'activité solaire en étudiant l'abondance sur Terre des cosmonucléides. Ces isotopes sont formés par interaction du rayonnement cosmique galactique avec les molécules de l'atmosphère. Les protons du rayonnement primaire étant des particules chargées, la production de cosmonucléides est fortement modulée par l'intensité des champs magnétiques du Soleil et de la Terre. Les géochimistes mesurent l'abondance de ces isotopes dans des archives naturelles comme les glaces polaires (pour le béryllium 10 et le chlore 36), les anneaux d'arbre et les coraux (pour le carbone 14). Le principal enseignement de ces études est que les minima solaires sont nombreux et que le Soleil a passé une partie importante des derniers millénaires en phases calmes (de plusieurs décennies jusqu'au siècle), lorsqu'il présentait une activité magnétique et donc une irradiance plus faible.

### Corrélations empiriques entre l'activité solaire et les séries climatiques

La première recherche d'une correspondance systématique entre l'activité solaire et le climat date de plus de deux siècles avec les travaux de l'astronome anglais William Herschel. D'innombrables travaux ont été publiés depuis sur ce sujet qui reste l'objet de vives controverses pour plusieurs raisons majeures : les corrélations détectées ne se sont pas poursuivies dans le temps, les auteurs n'ont pas tenu compte de la superposition d'autres forçages sur les mêmes échelles de temps ou d'incertitudes et de biais systématiques dans les données climatiques utilisées, ou bien encore, les outils statistiques ont été mal utilisés.

Il existe cependant des exemples convaincants de liens entre l'activité solaire et le climat concernant différentes échelles de temps et plusieurs compartiments du système climatique. Un exemple classique est l'influence du cycle de 11 ans sur les températures et les vents de la stratosphère. L'impact de ce cycle sur la dynamique de la troposphère a aussi fait l'objet de nombreuses études, notamment sur de possibles variations systématiques de la géométrie et de l'intensité de la circulation moyenne à grande échelle (cellules de Hadley, courants jets, circulation de Walker).

Depuis la fin des années 90, des auteurs danois ont annoncé avoir identifié le cycle de 11 ans dans les enregistrements de la couverture nuageuse observée par les satellites. Ces travaux ont été focalisés sur plusieurs types de nuages en fonction de leurs altitudes. Néanmoins, les correspondances annoncées n'ont pas été confirmées par les études plus récentes.

L'étude empirique d'un lien Soleil-climat a aussi été conduite pour des échelles de temps encore plus longues, notamment la relation entre les "grands minima" d'activité solaire et la période du Petit Âge glaciaire. De nombreux progrès ont fait suite, notamment par la reconstitution des conditions climatiques des derniers millénaires pour différentes zones géographiques et différents compartiments du système climatique, ainsi que par l'étude de l'activité solaire sur les mêmes échelles de temps à partir des cosmonucléides  $^{10}\text{Be}$  et  $^{14}\text{C}$ .

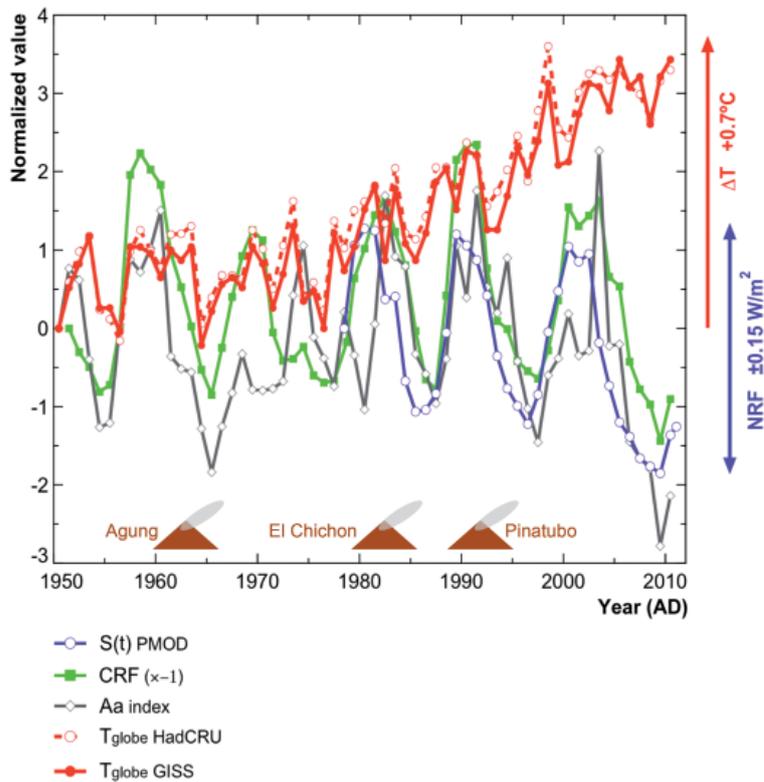
La comparaison des données permet de mettre en évidence l'influence du Soleil, mais aussi d'identifier des complications car le forçage solaire se superpose à plusieurs autres causes naturelles de changement climatique sur les mêmes échelles de temps. Par ailleurs, les enregistrements paléoclimatiques présentent une hétérogénéité spatiale suggérant l'importance de processus régionaux. On doit souligner que les termes évocateurs de Petit Âge glaciaire et d'Optimum médiéval simplifient des réalités contrastées avec d'importantes variabilités temporelles et spatiales.

L'évaluation de la composante solaire dans les séries climatiques passe nécessairement par une analyse statistique multivariée tenant compte des autres causes agissant sur les mêmes constantes de temps : forçages des grandes éruptions volcaniques et des gaz à effet de serre, ainsi que les oscillations intrinsèques au système climatique (par ex. la variabilité ENSO, El-Nino, oscillation australe).

Dans le cadre du partenariat entre le Collège de France et le Collège Belgique, le Pr Édouard Bard a donné à Bruxelles le 2 décembre 2010 une conférence sur l'effet du soleil sur le réchauffement planétaire.

**Pr Édouard BARD**  
Évolution du climat  
et de l'océan





Enregistrements des moyennes annuelles de l'activité solaire et des anomalies de température à la surface du globe depuis 1950 : S(t) l'irradiance solaire totale, CRF le flux de rayons cosmiques, aa l'indice d'activité géomagnétique, deux versions des anomalies de température : Tglobe HadCRU de l'Université d'East Anglia et du Hadley Center (UK Met Office) et Tglobe GISS du Goddard Institute for Space Studies de la NASA (New York). Ce diagramme synthétique est simplifié (à l'extrême) en normalisant chaque série temporelle sur toute la période (sauf pour S(t) qui n'est disponible que depuis 1978 et a donc été normalisé sur 1978-2010).

Toutes les courbes ont été translattées verticalement pour partir de zéro afin de se concentrer sur les éventuelles tendances temporelles depuis l'année 1950 (sauf pour S(t) qui part de 0 en 1978). La courbe CRF est inversée pour souligner la corrélation avec les autres indices solaires et car l'hypothèse de Marsh et Svensmark (2000, PRL 85 (23), 5004-5007) est qu'une baisse des rayons cosmiques diminuerait les nuages bas et augmenterait donc la température de surface. NRF représente le forçage radiatif net du Soleil (S(t) divisé par 4 et multiplié par 0,7 pour tenir compte de l'albédo). Seules les courbes Tglobe sont caractérisées par une tendance à la hausse d'environ 0,11°C par décennie.

Les éruptions volcaniques majeures sont responsables de refroidissements transitoires pendant les quelques années suivant ces événements.

Pour plus de détails voir Bard & Delaygue (2008 EPSL 265, 302-307) avec une première version de cette figure (<http://www.ipsl.fr/fr/Pour-tous/Les-dossiers-thematiques/Copenhague-2009-Que-savons-nous-du-climat/Les-forcages-externes-du-systeme-climatique>).

Ces analyses sont conduites à partir des enregistrements de la température moyenne à l'échelle mondiale ou sur les données régionales pour la période récente mieux documentée.

Les différentes composantes climatiques sont identifiées en étudiant leurs répartitions géographiques et verticales qui constituent des signatures caractéristiques : amplification du réchauffement dans la stratosphère pour une variation solaire, réchauffement stratosphérique et refroidissement troposphérique d'une éruption volcanique, refroidissement stratosphérique et réchauffement troposphérique pour une augmentation de gaz à effet de serre, signatures géographiques de l'ENSO au niveau de l'océan Pacifique et des continents adjacents. À l'échelle globale, l'amplitude thermique du cycle de 11 ans est estimée à environ 0,1 – 0,2°C.

Pour la période récente depuis 1950, il est utile de faire une comparaison au premier ordre pour en déduire que le réchauffement actuel ne peut probablement pas être expliqué par le forçage solaire.

(Voir figure ci-contre). En effet, le forçage solaire, dominé par le cycle de 11 ans, ne présente pas d'augmentation à long terme, que l'on considère les mesures précises d'irradiance sur 30 ans (S(t) en bleu), la modulation des rayons cosmiques (CRF en vert), ou l'activité géomagnétique (aa en gris). Ceci suggère l'influence probable d'autres forçages, notamment celui des gaz à effet de serre dont les concentrations ont augmenté continuellement au cours de la même période.

### Mécanismes et amplifications du forçage solaire

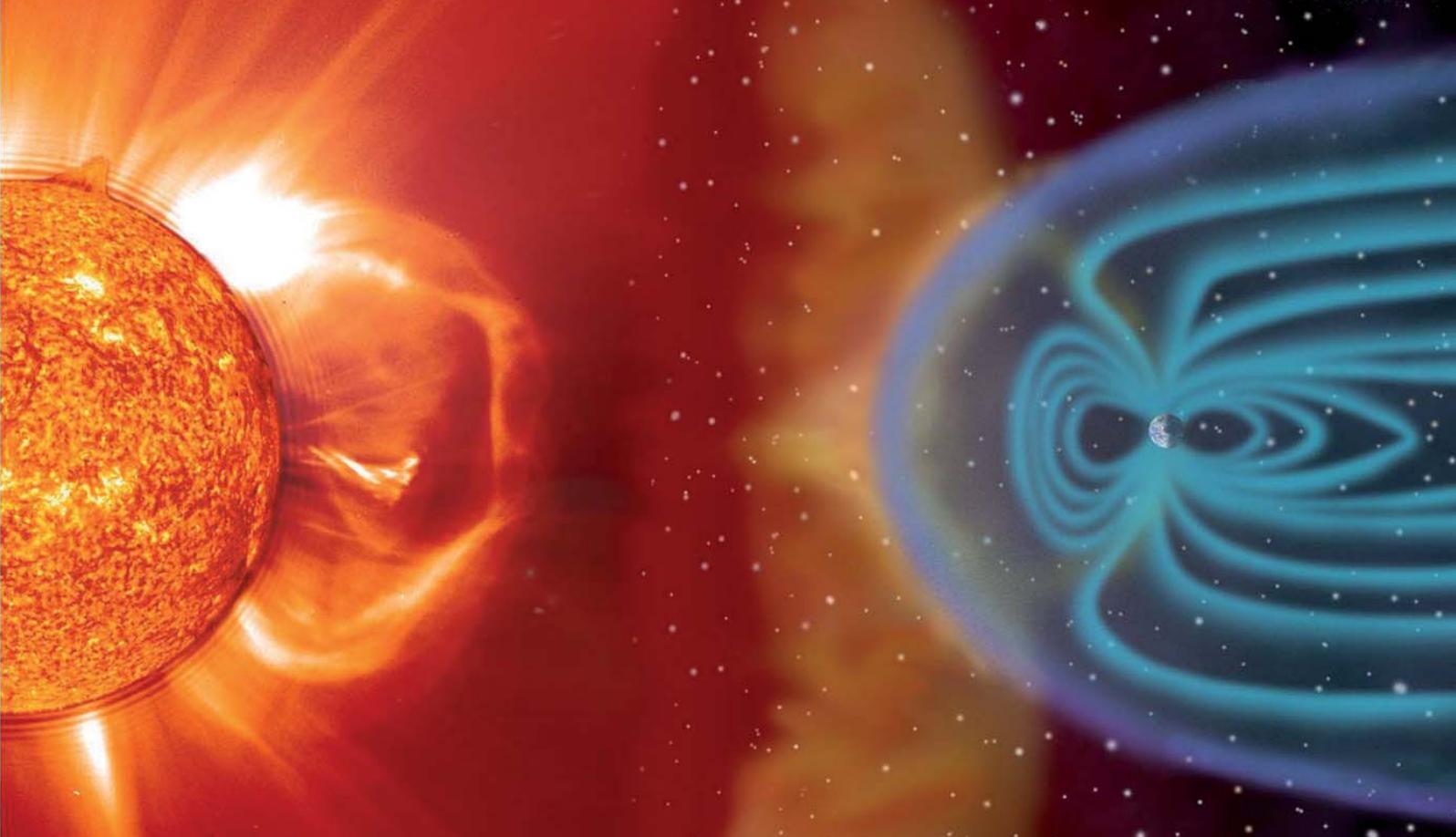
L'approche empirique a évidemment ses limites car certains forçages sont encore mal quantifiés (la composante ultraviolette du spectre solaire) ou restent encore à l'état d'hypothèse (le rôle exact des particules chargées du rayonnement cosmique) ce qui rend difficile leur prise en compte statistique. Par ailleurs, la combinaison de l'influence des forçages ne se résume pas toujours à un cumul arithmétique. En effet, un forçage externe naturel ou anthropique peut aussi influencer les variations intrinsèques comme l'amplitude ou la fréquence d'oscillations climatiques (ENSO et NAO).

La corrélation temporelle entre forçage et climat ne suffisant pas pour établir les liens de causalité, il est important et complémentaire d'envisager une deuxième voie fondée sur les mécanismes et les rétroactions climatiques associées.

Les processus de base sont régis par des lois physico-chimiques et l'évaluation de leur influence sur le climat global et régional peut être réalisée à l'aide de modèles numériques du climat.

La variété des forçages implique que ces modèles possèdent un niveau de sophistication élevée tout en permettant des simulations longues de plusieurs siècles. L'utilisation des modèles de circulation générale permet d'étudier finement les rétroactions climatiques qui amplifient ou atténuent le signal radiatif lié à un forçage particulier ainsi que d'envisager la combinaison multiple des forçages.

L'influence des variations de l'irradiance solaire totale est l'objet d'une abondante littérature depuis les années 70.



Le Soleil et la magnétosphère terrestre  
(montage artistique de la NASA) © NASA

La prise en compte des variations spectrales (notamment UV) a suivi vers le milieu des années 90. La principale complication réside dans l'utilisation d'un modèle numérique ayant une résolution satisfaisante pour simuler la dynamique de la stratosphère couplée à la troposphère et incluant un module représentant la chimie atmosphérique. Ces simulations permettent de comparer et combiner les influences respectives des variations de l'irradiance solaire totale et des fluctuations spectrales du Soleil.

En plus de ces effets directs, une hypothèse déjà ancienne a été relancée en comparant la nébulosité et le flux de rayons cosmiques. On peut faire le parallèle (simpliste) avec le principe de la "chambre à brouillard", détecteur de physique dans lequel les particules ionisantes se comportent comme des germes de condensation dont les trajectoires se matérialisent par des traînées de gouttelettes. Cette hypothèse a fait grand bruit lorsque l'équipe danoise, déjà mentionnée, a signalé une corrélation positive entre la couverture nuageuse et l'intensité du rayonnement cosmique modulée par le Soleil pendant la période de 1984 à 1991. Les études ultérieures n'ont pas confirmé cette correspondance.

Il faut souligner que l'impact climatique des nuages dépend fortement de leurs propriétés radiatives et donc de leur altitude. La modulation solaire envisagée en 1997 devait induire une diminution des nuages de haute altitude aux latitudes élevées, lors d'une période de forte activité solaire. Or ces nuages de haute altitude ont globalement tendance à chauffer la surface terrestre, et non à la refroidir comme le font les nuages de basse altitude. L'hypothèse était donc incompatible avec l'apparente corrélation entre l'activité solaire et le réchauffement durant une partie du XX<sup>e</sup> siècle. Ces auteurs ont ensuite modifié leur analyse en proposant une influence solaire limitée aux nuages de basse altitude dont la couverture semblait mieux suivre les fluctuations solaires. Ce changement d'hypothèse peut surprendre car on s'attendrait plutôt à un effet solaire maximum pour la partie haute de l'atmosphère et non pour sa partie la plus basse dans laquelle les noyaux de condensation abondent déjà.

Plusieurs équipes ont étudié en détail l'hypothèse d'un impact des rayons cosmiques sur la formation de noyaux de condensation et leurs conséquences sur l'atmosphère. Ces études variées se fondent sur des données d'observation au sol et par avion de la formation d'aérosols atmosphériques, sur le cas de perturbations rapides du rayonnement cosmique galactique lors des effets Forbush liés aux éjections de masse coronale du Soleil et enfin sur les premières simulations numériques intégrant la formation des noyaux de condensation par le rayonnement cosmique.

**Ces travaux récents, différents et complémentaires dans leurs approches, conduisent pour l'instant à la conclusion que les rayons cosmiques n'ont pas d'influence majeure sur le climat actuel.**

Bien évidemment, de nombreuses incertitudes subsistent encore et ces travaux devront être reproduits et vérifiés. Il faut aussi attendre les conclusions de l'approche expérimentale conduite au CERN, même si les résultats préliminaires soulignent les difficultés de l'expérience CLOUD. Par ailleurs, d'autres hypothèses d'interaction entre les particules ionisantes et l'atmosphère ont été envisagées et devront faire l'objet d'observations directes et de modélisation numérique. De même, les observations et modélisations en astrophysique solaire devraient nous en apprendre beaucoup plus sur les modes de variation du Soleil aux différentes échelles de temps. Tous ces mécanismes méritent des études complémentaires ; l'importance de leur rôle reste à établir sur des bases scientifiques convaincantes.

# La mobilité religieuse dans l'empire romain

Le professeur a consacré la conférence de la Fondation Michonis au difficile problème de la diffusion des religions dans l'Empire romain entre Auguste et Constantin.

Le fait est bien établi, mais comment le comprendre ?

Simon Price suggère de différencier deux sortes de cultes, les cultes *ethniques* et les cultes *électifs*. Les cultes ethniques font partie de l'héritage ancestral réel ou imaginé d'un *ethnos* (ou peuple) ; les cultes électifs sont ceux auxquels on choisit d'adhérer. Bien sûr, certains cultes appartiennent aux deux catégories. Ils ont une base ethnique, mais ils attirent aussi des étrangers.

Simon Price a commencé par présenter quelques réflexions sur les cultes ethniques. Parmi ceux-ci, les plus importants sont les cultes romains. Les *coloniae* de citoyens romains comprenaient les rites spécifiquement romains. La tradition ne leur imposait aucun modèle particulier à suivre. En revanche, les nouvelles *coloniae* empruntaient des éléments de la religion ancestrale de Rome, ou du moins de la représentation qu'elles en avaient. Désirant bénéficier elles-mêmes du prestige de la mini-Rome qu'elles établissaient dans des lieux étrangers, elles imitaient quelquefois de très près les institutions de la métropole.

Au même moment où les cultes romains étaient ainsi recréés dans les provinces, les cultes ethniques de l'Est étaient importés à l'Ouest. Par exemple, à Rome les cultes des Palmyréniens et des Juifs qui ont peuplé la moitié Est de l'Empire romain témoignent de leur fidélité à leurs cultes ancestraux. Nombreux sont les exemples de cette fidélité religieuse des peuples de Grèce, d'Asie mineure, de Syrie et d'Égypte.

Si les raisons qui expliquent ces migrations sont très diverses, le point principal, qui n'est pas toujours suffisamment souligné, est que les mouvements religieux doivent être compris dans leur contexte social et politique.

Comment faut-il alors comprendre les réseaux de distribution de ces cultes mobiles ?

Il est généralement accepté que la transmission des cultes était souvent le résultat de la mobilité d'individus et de groupes, de marchands, de soldats et d'esclaves.

Pour les cultes des soldats, nous avons la chance de disposer de bonnes données sur les mouvements des groupes de soldats légionnaires d'un poste à un autre, des postes qui quelquefois étaient distants de milliers de kilomètres.

La situation est moins claire en ce qui concerne les mouvements des civils. L'image actuelle est celle d'un monde économique aux centres multiples, où notamment l'Afrique du Nord et l'Espagne constituent les centres majeurs de production de marchandises. Or cette image ne correspond plus exactement à celle que Franz Cumont envisageait pour les grands centres d'échange et pour la diffusion des cultes orientaux de l'Est vers l'Italie et l'Ouest. Autrement dit, quelques-uns, mais seulement quelques-uns des marchands mobiles, vénéraient leurs cultes ancestraux dans leur nouveau lieu de résidence. L'absence presque totale de cultes nouveaux venus de l'ouest n'était pas le résultat de l'absence de mobilité des habitants des provinces occidentales. Il y a des exceptions, mais cette absence générale en Italie et dans l'Orient grec de cultes provenant de l'Ouest est très curieuse et mérite une explication. La réponse se trouve sans doute dans la nature des changements que subirent les systèmes religieux de l'Occident latin sous la gouvernance de Rome, avec la subordination des dieux locaux au panthéon romain qui était beaucoup plus vaste. Une telle subordination peut expliquer le manque de visibilité des dieux occidentaux dans les autres régions de l'Empire.

La diffusion des cultes entièrement électifs dépendait, elle aussi, du mouvement des populations. Dans le cadre de ce monde itinérant, les cultes et les objets religieux pouvaient être apportés partout.

Le Dr Simon Price, de l'université d'Oxford (Grande-Bretagne), a été invité par l'Assemblée des professeurs, dans le cadre des conférences Michonis.



Spécialiste de l'Asie mineure hellénistique et romaine, le **Dr Simon PRICE** s'intéresse à l'histoire religieuse de l'Antiquité et en particulier à l'interaction entre les traditions religieuses de la période impériale (incluant

judaïsme et christianisme). Il a publié deux ouvrages sur les religions et le culte des souverains en Grèce et à Rome. Il participe aux fouilles archéologiques de Sphakia, en Crète, et il est l'un des quatre auteurs de la publication finale.

Mais la plupart des cultes électifs avaient besoin de créer d'abord de nouvelles communautés pour pouvoir fonctionner efficacement. Donc la question essentielle qui se pose est : comment les individus ont-ils été amenés vers des nouveaux cultes électifs ? On peut penser à la dissémination des cultes par le contact personnel, dans un cadre familial, professionnel ou social. L'hypothèse de la médiation par le contact personnel est facile à faire, mais elle n'est qu'un point de départ. Il nous faut aussi savoir dans quels contextes de tels contacts se sont produits, et pourquoi ils n'ont pas réussi dans d'autres. Nous pourrions supposer que les personnes qui entretenaient de nombreux "liens faibles" avec la population locale ont été plus aptes à recruter des membres pour les nouveaux cultes. Bien que les "liens forts" – par exemple à l'intérieur d'une famille donnée – aient également pu jouer un rôle important, comme c'était d'ailleurs le cas pour certains cultes de l'Antiquité, ils n'auraient toutefois pas réussi à susciter aussi facilement la dissémination des cultes.

Étant donné l'importance des contacts personnels, et surtout des "liens faibles", on est conduit à se demander pourquoi les individus écoutaient des personnes qu'elles connaissaient et qui leur suggéraient d'adhérer à ce nouveau culte. Le contexte est ici essentiel.

La nouvelle lecture de l'analyse du contexte se retrouve dans le monothéisme. Il est souvent suggéré que le polythéisme – avec ses multiples dieux aux fonctions diverses – était intrinsèquement moins attirant que le monothéisme, qui proposait une structure globale de sens. Une telle structure était particulièrement importante dans un monde dont les horizons s'étendaient sans fin sous l'Empire romain. Mais il est impossible d'affirmer que le monothéisme a triomphé sur le polythéisme parce qu'il serait plus cohérent et donc plus rationnel comme système. Le polythéisme a été, et il est toujours d'ailleurs, aussi capable que le monothéisme de construire une vision cohérente du monde.

Il faut aussi prendre en compte des contextes locaux. Il est important de considérer que la variété religieuse existait aussi dans les villes de l'Empire. Jusqu'à quel point cette variété s'affichait-elle, et pourquoi ? Doura Europos, dans l'Est de la Syrie, est la ville orientale dont la vie religieuse est la mieux connue. En raison de l'état de conservation impressionnant de la ville, on est souvent tenté de considérer qu'elle constitue "potentiellement le meilleur cas d'étude de la vie sociale et religieuse d'une ville typique du Proche-Orient sous le début et l'apogée de l'Empire".

Les quinze sites religieux de Doura sont très divers, et peuvent être classés dans au moins sept catégories différentes : macédonienne, grecque, palmyrénienne, araméenne, militaire, juive et chrétienne. Une telle variété est extraordinaire, mais on doit peut-être comparer Doura plutôt aux villes portuaires de la Méditerranée, comme Pouzzoles ou Ostie, qu'aux petites villes typiques de l'Est du monde romain. La plupart de ces villes, petites ou grandes, ne possédaient pas une telle variété de cultes.

M. Price est ensuite passé du contexte des villes à un niveau global, celui de tout l'Empire romain. Le premier point essentiel dont il faut tenir compte est que la plupart des cultes ethniques et électifs se limitaient à l'Empire romain. Il n'existait aucun culte d'Isis, de Jupiter Dolichenus, ou même de Mithra en dehors des frontières de l'Empire, bien que certains individus, particulièrement des marchands, aient voyagé partout. Inversement, on ne trouve dans l'Empire guère de culte provenant de l'extérieur de l'Empire. Le manichéisme s'avère être la seule véritable exception, et l'empereur Dioclétien réprima fortement ce culte en l'Afrique du Nord puisqu'il arrivait de Perse, un peuple ennemi.

M. Price a proposé, enfin, plusieurs manières de comprendre les schémas complexes de la diffusion des religions dans l'Empire romain. La distinction entre les cultes ethniques et électifs nous aide à comprendre les différentes dynamiques qui étaient à l'œuvre. Dans les deux cas, la diffusion des cultes est généralement due aux mouvements antérieurs des gens, pour diverses raisons. En d'autres termes, la diffusion des religions n'est pas un phénomène primaire, mais bien un phénomène secondaire, et il faut le comprendre dans un contexte socio-économique plus large. Mais il existe également des différences importantes entre les cultes ethniques et les cultes électifs. Le marchand de Palmyre pouvait établir, à Rome, un sanctuaire pour les dieux de Palmyre, mais il ne cherchait pas à enrôler dans ce culte des personnes qui n'étaient pas originaires de Palmyre. En revanche, un initié du culte de Mithra fraîchement arrivé dans une ville dépourvue d'une cellule mithriaque locale devait enrôler de nouveaux membres afin de pouvoir créer une telle cellule. Pour cela, il devait utiliser, selon la suggestion de S. Price, la force des "liens faibles". Notre hypothétique initié au culte de Mithra voyageait pour des raisons non religieuses, mais dans le cas de certains cultes électifs, peut-être le judaïsme, et certainement le christianisme et le manichéisme, certains membres de ces religions voyageaient de façon expresse pour recruter de nouveaux membres. Pour cette raison, il n'est pas étonnant que les chrétiens aient essayé de défendre leur religion en la présentant comme ethnique plutôt qu'élective. Les manichéens quant à eux ont souffert pour ne pas avoir tenté la même démarche.

# Se faire un nom

## Procréation, prouesses martiales et mort héroïque dans l'ancien Israël

Jacob L. Wright a introduit son sujet par la citation d'une lettre du roi assyrien Shamshi-Adad (XVIII<sup>e</sup> s. av. n. è.) envoyée à son fils Yasmah-Adad à Mari, afin de l'inviter à "être un homme" et à "se faire un nom" en conquérant la ville de Qatna : Ici ton frère a remporté une victoire, mais de ton côté tu demeures parmi les femmes ! Maintenant, alors que tu marches avec ton armée en direction de Qatna, sois un homme ! À la manière de ton frère qui s'est établi "une grand renommée" [*šumam rabêm ištaknu*], toi aussi dans ta région "établis-toi un grand nom."

L'expression "faire / établir un nom pour soi-même" fait référence ici à la conquête militaire, mais peut-être aussi à l'action concrète d'ériger un monument commémorant le nom du vainqueur et affirmant son autorité sur le territoire de Qatna.

Tout comme l'expression idiomatique des langues modernes européennes, l'expression sémitique "se faire un nom" véhicule l'idée d'un accomplissement personnel. En présentant les différents aspects de la mobilité sociale dans les anciennes sociétés de Mésopotamie, Wright a relevé une grande variété de textes et d'images dans lesquels des soldats, auteurs de hauts faits militaires, sont récompensés par des distinctions personnelles (par ex. des bracelets ou des abeilles / mouches en or) associées à un nouveau rang et à un nouveau titre (par ex. un "nom" plus honorable).

L'aspiration à un nom glorieux et pérenne pouvait inciter des individus à faire preuve de prouesse martiale, parfois jusqu'à sacrifier leur vie. De telles "morts nobles" sur le champ de bataille sont largement attestées par les sources greco-romaines, et le sont également dans les textes du Proche-Orient ancien. L'exemple le plus célèbre apparaît dans l'épopée de Gilgamesh. Dans un des épisodes, ce héros d'Uruk se décide à combattre le géant Huwawa. Bien que ses chances de victoire soient infimes, son courage héroïque à se lancer dans la bataille lui garantit une renommée *post-mortem* :

**"Si je devais tomber dans la bataille, je me serais néanmoins élevé un nom !"**

Une lettre envoyée du front par un commandant au roi néo-assyrien Assurbanipal exprime le même sentiment. Sa troupe était largement inférieure à l'ennemi et se confrontait à une mort imminente. C'est alors que le commandant renouvelle son allégeance au roi et exprime sa volonté de mourir en brave : "Si nous mourrons, nous le ferons avec une excellente renommée !"

Se tournant vers la Bible hébraïque et les sources rabbiniques, Wright montre que ce corpus littéraire ne valorise pas la mort héroïque sur le champ de bataille. Selon la Bible hébraïque, les héros meurent "rassasiés de jours", alors que ceux qui tombent au champ de bataille (par ex. le roi Saül) entraînent avec eux une mauvaise réputation. De la même façon, ce corpus littéraire accorde la priorité à la procréation (de son "homonyme") comme moyen de perpétuer son nom. (Dans les langues sémitiques, il est possible de se référer à un "enfant" comme à son propre "nom".) De nombreux textes, dans la Bible comme dans les anciens commentaires juifs, montrent comment le peuple d'Israël compte sur la procréation plus que sur la glorification de la mort sur le champ de bataille.

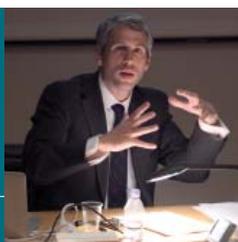
Dans la dernière partie de son exposé, Wright a montré comment cette caractéristique distinctive de la littérature biblique et rabbinique fournit un indice important concernant son origine et le processus de sa formation.

La glorification de la mort héroïque est une expression de la souveraineté de l'état.

C'est ainsi qu'il faut interpréter la tombe du soldat inconnu qui repose sous l'Arc de Triomphe à Paris : une affirmation de la souveraineté. Ces monuments témoignent de la détermination de ses membres à mourir ou à envoyer d'autres mourir pour eux. Le vers des Odes d'Horace, *Dulce et decorum est pro patria mori* ("Qu'il est doux et magnifique de mourir pour sa patrie") est répété sous différentes formes dans les récits d'origine de nombreux États, que ce soit celui de Nathan Hale pour les États-Unis ou de Joseph Trumpeldor pour l'État moderne d'Israël. Dans l'ancienne Athènes, l'oraison funèbre annuelle en l'honneur des morts de la guerre (*epitaphios logos*) est une occasion de célébrer – ou du moins d'affirmer – ce qui a contribué à grandir la cité. (L'exemple le plus illustre est celui de l'oraison funèbre attribuée par Thucydide à Périclès, suite à la première année de la guerre du Péloponnèse.)

Alors qu'un certain nombre des matériaux transmis par la Bible ont émergé dans un contexte de souveraineté, et en réaction à des préoccupations liées à l'organisation du pouvoir, le rassemblement et la compilation de ces sources que forment la Bible ont été provoqués par la défaite militaire et la perte de souveraineté qui en a découlé. Les rédacteurs bibliques et les rabbins entreprirent leur travail à un moment où le triomphe militaire n'est plus envisageable et que la volonté de mourir dans les guerres contre l'Empire – babylonien ou romain – ne promet que davantage de peines et de souffrances. La procréation est par conséquent valorisée (et avec elle l'éducation), plutôt que les valeurs martiales et la mort héroïque, comme moyen le plus élémentaire de perpétuer son nom. Pour un peuple numériquement inférieur aux armées ennemies, cette stratégie est préférable.

Jacob L. Wright de l'université d'Emory (Atlanta, USA), était invité par l'Assemblée des professeurs sur la proposition du Pr Thomas Römer, titulaire de la chaire Milieux bibliques, pour parler de "la manière de se faire un nom" d'après les sources du Moyen-Orient ancien et de la Bible hébraïque.



Jacob L. Wright est professeur assistant de Bible hébraïque à la faculté de théologie Candler de l'université d'Emory (Atlanta, USA). Il a obtenu son doctorat à l'université de Göttingen, et son premier livre, *Rebuilding Identity: The Nehemiah Memoir*

*and Its Earliest Readers* (2004), a reçu le prix Templeton récompensant le meilleur premier livre en sciences religieuses. Ses recherches actuelles portent sur la guerre et la société dans l'ancien Israël.

De nouveaux outils  
pour l'étude du Gāndhārī

# Le projet de dictionnaire Gāndhārī informatisé

L'histoire littéraire et politique de l'Inde ancienne souffre du manque de documents proches des événements. Les manuscrits conservés en Inde et au Népal sont rarement plus anciens que le XV<sup>e</sup> siècle de n.è. Du II<sup>e</sup> siècle avant n.è au V<sup>e</sup> siècle, les inscriptions sont très rares et, pour certaines régions, totalement absentes.

Mais les frontières linguistiques, politiques et culturelles de l'Inde ancienne et médiévale ne correspondaient pas du tout à celles de la République Indienne actuelle. Elles englobaient, entre autres, l'actuel Pakistan et une partie de l'Afghanistan. L'expansion du bouddhisme s'accompagna d'une pénétration linguistique, religieuse et culturelle en Asie centrale : Afghanistan du nord et Ouzbékistan du sud (ancienne Bactriane), Xinjiang. Le climat très sec de l'Asie centrale permit la conservation des manuscrits que les moines bouddhistes y avaient apportés ou y avaient recopiés. C'est ainsi que les manuscrits indiens les plus anciens (II<sup>e</sup> siècle de n.è.) furent longtemps ceux découverts par nos collègues allemands à Turfan au début du XX<sup>e</sup> siècle.

Dans les années 1930, c'est un autre lieu très excentré, Gilgit qui livra toute une série de manuscrits bouddhiques remontant au V<sup>e</sup> siècle de n.è. et donnant la forme la plus ancienne connue de nombreux textes du Grand Véhicule (*mahāyāna*). Les versions les plus anciennes du célèbre Sūtra du Lotus sont aujourd'hui reconstituées à partir de fragments d'Asie centrale et de manuscrits de Gilgit.

Il y a quinze ans, deux grandes découvertes de manuscrits en Afghanistan, puis une découverte de manuscrits au Pakistan, ont permis de récupérer des textes bouddhiques rapidement édités de façon exemplaire sous la direction de R. Salomon (Seattle) pour l'Afghanistan et H. Falk (Berlin) pour le Pakistan. Ils nous font connaître l'état le plus ancien de quelques textes du Petit Véhicule (*hīnayāna*), antérieur même à la codification pāli qu'utilisent la plupart des bouddhologues et assez différent de celle-ci.

Datant du I<sup>er</sup> siècle avant n.è. au II<sup>e</sup> siècle de n.è., ils nous montrent un canon en train de se faire et livrent même les textes mahayaniques les plus anciennement connus. Toute l'histoire de la littérature bouddhique en est renouvelée.

Ces manuscrits sont écrits en gāndhārī, langue indienne ancienne de la région de Peshawar au Pakistan devenue langue de culture dans une région beaucoup plus vaste. Il semble

même que les premiers textes bouddhiques traduits en Chine l'aient été à partir de versions gāndhārī. Il y a quinze ans encore cette langue, écrite dans une écriture spécifique dérivée de l'araméen (la Kharoṣṭhī), n'était connue que par un texte et des inscriptions au sens parfois très obscur. La gāndhārī en effet n'a jamais été codifiée. Elle n'est pas fixée, les variations orthographiques sont nombreuses et parfois surprenantes. C'est pourquoi il est nécessaire d'avoir un répertoire des formes avec leurs parallèles sanskrits et palis et l'analyse grammaticale qui permet d'identifier leur fonction.

Deux des élèves de R. Salomon, MM. Stefan Baums et Andrew Glass, ont donc décidé, à côté de leur travail d'éditeurs de texte, de créer un dictionnaire informatisé qui recenserait toutes les formes connues. Le projet est déjà très avancé (<http://gandhari.org>) et M. Glass a bien voulu venir nous en expliquer à la fois le mécanisme et les avantages. Tous les textes publiés, inscriptions, manuscrits, légendes monétaires, ont été relus et vérifiés. Ils ont été intégrés dans des bases de données avec leur bibliographie absolument complète. Les mots qu'ils contiennent ont été indexés, traduits, accompagnés de leur équivalent sanskrit. Des renvois automatiques permettent de consulter immédiatement sur écran le texte lui-même, transcrit et en écriture originale, et les outils de travail nécessaires (dictionnaires et manuels divers, ouvrages cités dans la bibliographie). Un moteur de recherche permet une consultation aisée. Les logiciels utilisés sont conçus de façon à permettre diverses recherches à partir de ces bases de données : recherches paléographiques permettant une meilleure datation des textes, recherches phonétiques permettant une reconstitution de l'évolution de la langue au-delà d'une orthographe tantôt conservatrice tantôt fidèle à la prononciation, recherches de syntaxe, édition de textes, etc.

La conférence fut suivie avec une extrême attention par le public présent, non seulement parce qu'elle présentait un outil ultra-moderne, très bien conçu et témoignant d'un énorme travail intellectuel, mais aussi parce que c'était une excellente introduction à une nouvelle façon de travailler où l'écran est utilisé davantage que le papier. L'usage de textes numérisés se répand depuis une dizaine d'années. Les indianistes français sont probablement à la traîne en ce domaine. La démonstration de M. Glass a montré tout le chemin qu'il nous reste à parcourir.

Le Dr Andrew Glass, professeur à l'université de Seattle, et Microsoft (États-Unis), a été invité par l'Assemblée des professeurs sur la proposition du Pr Gérard Fussman.

Andrew Glass a étudié le sanskrit à l'université de Londres. Il a suivi le Prof. R. Salomon à l'université de Washington où il a passé, sous la direction de celui-ci, son MA en 2000 et son Ph. D. en 2006. Son mémoire de

M.A. (*A Preliminary Study of Kharoṣṭhī Manuscript Paleography*), malheureusement inédit, est la meilleure étude paléographique à ce jour de la très difficile écriture Kharoṣṭhī. Sa dissertation de Ph. D. (*Connected*

*Discourses in Gandhāra*) est une étude, édition et traduction de quatre sūtras gāndhārī du British Museum sur la méditation. Elle est la base de son livre *Four Gāndhārī Saṃyuktāgama Sūtras: Senior Kharoṣṭhī Fragment 5*

(University of Washington Press, 2007). M. Glass continue son travail de co-éditeur du dictionnaire informatisé de la gāndhārī tout en dirigeant chez Microsoft un programme d'étude des langues à l'aide de l'informatique.



## Le titre du tableau

M. Christian Michel a donné quatre conférences consacrées à un thème qui n'a fait jusqu'ici l'objet que d'un faible intérêt de la part des historiens de l'art : *Le titre du tableau*. Il s'agit pourtant d'un thème central qui touche à la fois à l'histoire du goût, du marché de l'art, des musées, des catalogues, des reproductions, ainsi qu'à l'historiographie de l'art elle-même.

Ces conférences ne se sont pas attachées au titre en lui-même, mais à la façon dont il détermine le regard porté sur le tableau et constitue, selon les formules de Marcel Duchamp une *couleur supplémentaire* ou une *couleur invisible* qui lui est ajoutée. Le titre est aujourd'hui une évidence, un outil de désignation indispensable, dont le statut n'est guère questionné, alors qu'il n'apparaît que très progressivement entre les XVIII<sup>e</sup> et XIX<sup>e</sup> siècles et donc qu'il a souvent été ajouté *a posteriori* à une œuvre qui n'avait pas été conçue avec un tel type de dénomination. Lorsqu'il est devenu une évidence, ou une nécessité dans un musée ou un catalogue d'exposition, il a conduit certains peintres à élaborer une forme d'interaction entre l'œuvre et les mots qui la désignent (ces mots fussent-ils *Sans titre*).

La première conférence a été consacrée à une archéologie du titre. L'émergence au XVIII<sup>e</sup> siècle d'un public intéressé par la peinture sans avoir avec elle de réelle familiarité, a conduit bien des auteurs, après l'abbé Du Bos (*Réflexions critiques sur la poésie et la peinture*, 1719), à demander que soit établi un lien permanent entre un tableau et une inscription qui aiderait à le comprendre. De cette origine, le titre a conservé ce que l'on demandait à l'inscription : la concision, qui ne rend pas toujours clair le projet de l'artiste. En s'appuyant sur la *Logique de Port-Royal*, la désignation des objets (ici des œuvres) par les mots a été analysée en terme soit de définition – le titre donne à connaître le genre et la différence –, soit de description – le titre se focalise sur les accidents. D'autres modes d'interaction entre le titre et le tableau ont été mis en avant : on a pu donner comme titre les mots que les personnages représentés ont prononcés (*Quos ego, Noli me tangere...*), faisant ainsi parler cette poésie muette qu'est censée être la peinture. Certains titres sont d'avantage une explication du sujet (c'est d'ailleurs la fonction des livrets des Salons), d'autres ont une fonction connotative plus que dénominative, d'autres enfin constituent une forme d'appropriation en distinguant une œuvre d'une autre par un surnom.

Le Pr Christian Michel, professeur ordinaire à l'université de Lausanne (Suisse), a été invité par l'Assemblée des professeurs sur la proposition du Pr Roland Recht.



**Christian Michel**, professeur d'histoire de l'art, a publié récemment *Le célèbre Watteau*, Genève, Droz, 2007, et poursuit l'édition des *Conférences de l'Académie royale de Peinture et de Sculpture* édition critique intégrale, écrit en collaboration avec J. Lichtenstein, Paris, ENSBA, depuis 2007.



Si la forme des titres a été ainsi analysée à partir de leur origine, la conférence a aussi été consacrée aux lieux où le titre est apparu dans sa matérialité, depuis les inscriptions accompagnant certaines fresques ou certaines tapisseries, en passant par les reproductions gravées, et en aboutissant à la naissance des cartels liés au cadre du tableau, qui se font jour très progressivement à la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle.

Lors de la deuxième séance, ce sont les modifications apportées à la peinture par l'émergence progressive des explications imprimées qui ont été étudiées, sans se limiter aux relations signifiant/signifié qui ne sont pas seules en cause. Le cas des œuvres gravées permet de voir comment la reprise d'un titre déjà utilisé pour des tableaux célèbres antérieurs permet d'établir des liens entre les peintres vivants et leurs illustres prédécesseurs. Ce sont les gravures qui conduisent les auteurs de catalogues de collections à passer progressivement de la formule "tableau appelé communément...", à la formule "titre généralement donné à ce tableau". Autrement, le fait qu'un tableau nouveau ne soit plus guère présenté au public sans que soit mis à sa disposition un livret ou un catalogue, augmente le domaine des sujets qu'il est désormais possible de peindre. Non seulement de nouveaux thèmes historiques ou littéraires sont choisis, mais les peintres disposent d'une liberté d'invention (*quidlibet audendi potestas*) qui ne leur était guère acquise auparavant.

À la troisième séance, ont été examinées les mutations du titre au XIX<sup>e</sup> siècle, avec notamment la différence qui pouvait exister entre l'explication dans le livret du Salon et les titres des reproductions, sous forme de gravures ou de photographies, de certains tableaux. Le choix de titres descriptifs et non explicatifs a pu susciter l'ironie des critiques, voire des humoristes. Ces discours n'ont pas empêché les peintres symbolistes d'accorder une place importante aux mots qu'ils voulaient voir associés à leurs œuvres. En revanche, les avant-gardes du premier quart du XX<sup>e</sup> siècle ont été amenées à repenser complètement les usages des titres.

Ont été distingués des titres génériques (nature morte...), des titres connotatifs renvoyant essentiellement à la musique (harmonie, composition, nocturne, improvisation...). Tandis que certains peintres cherchaient à bannir le titre tout en étant amenés à légendiser leurs œuvres ("composition", "tableau", "sans titre") en les identifiant par une date et un numéro, d'autres au contraire ont renforcé son rôle dans la conception du tableau (Picabia, Duchamp). Certains commentaires de Guillaume Apollinaire montrent bien l'importance de ces différentes pratiques.

Enfin, lors de la quatrième séance la réflexion a porté sur l'importance des titres rétrospectifs dans l'appréciation d'une œuvre.

**Il n'est pas possible de parler d'un tableau sans le nommer et ce nom induit non seulement une lecture, mais même un regard.**

Après avoir présenté les principales catégories d'écrivains à qui l'on doit des titres devenus canoniques, la conférence a été consacrée aux orientations d'analyse instituées par des titres qui correspondent souvent à des catégories et même des genres que les peintres ne connaissaient pas. On qualifie de natures mortes des tableaux exécutés bien avant que le terme eût été utilisé et que le genre n'eût été défini. Lorsque l'on distingue dans un genre un objet qui constitue sa différence avec d'autres tableaux appartenant au même genre, cet objet attire nécessairement l'œil du spectateur. L'identification d'un lieu ou d'un modèle par le titre peut transformer une œuvre de reconstruction en une œuvre documentaire... À travers les exemples retenus, c'est la fonction de cette verbalisation première d'un tableau qui a été l'objet d'une interrogation : ainsi la démarche de l'historien d'art qui se substitue au peintre pour ajouter cette "couleur invisible" dont nul ne peut faire l'économie.



# Intrication, décohérence et métrologie quantique

Depuis l'article fondateur publié en 1935 par Albert Einstein, Boris Podolski et Nathan Rosen et la fameuse série d'articles publiée par Erwin Schrödinger au cours des années 1935 et 1936, l'intrication a occupé une position centrale en physique quantique. Ce phénomène singulier a constitué un défi formidable pour plusieurs générations de physiciens. En fait, après l'article de 1935, il a fallu attendre une trentaine d'années pour que la première conséquence mathématique de cette propriété soit démontrée par John S. Bell. Et une trentaine d'années de plus pour que l'intrication soit reconnue comme une source possible de communication et de calcul quantiques.

L'intrication, concept d'abord décourageant, s'est transformée progressivement en une précieuse ressource. Elle est au cœur de beaucoup d'applications qui ont été imaginées depuis, y compris une manière de transmettre efficacement l'information par codage dense ou téléportation, la sécurisation des transmissions de données au moyen de la cryptographie quantique, une solution efficace au problème de la factorisation, un protocole accéléré de recherche de données, un moyen efficace de mesurer des paramètres en métrologie quantique et des méthodes de simulation quantique de problèmes qui induisent une demande exponentielle de ressources dans les ordinateurs classiques.

Dans la perspective de ces applications potentielles et au vu du rôle fondamental que joue l'intrication en mécanique quan-

tique, d'importants résultats expérimentaux ont été obtenus au cours des dernières années, dans le domaine de la production et de l'analyse d'états intriqués multiparties, le transfert d'intrication entre deux systèmes, les signatures macroscopiques de l'intrication et la dynamique d'états intriqués sous l'effet de l'environnement.

Cependant, beaucoup de problèmes fondamentaux n'ont pas été résolus. En particulier, la caractérisation de l'intrication pour des systèmes multi-particules, le rôle de l'intrication en métrologie quantique sous condition de décohérence, la dynamique de l'intrication pour un système en contact avec son environnement. Ce dernier problème est directement relié à une question pratique : l'évaluation de la robustesse des applications mentionnées ci-dessus. Il a également des incidences sur un problème fondamental en physique : la relation subtile entre monde classique et monde quantique.

**On sait aujourd'hui que la décohérence joue un rôle fondamental dans la manière dont le monde classique émerge à partir de la physique quantique.**

On a démontré par des travaux théoriques et expérimentaux qu'une superposition cohérente de deux états qui peuvent être distingués au niveau macroscopique se dégrade en un mélange des mêmes états en un temps caractéristique, inversement proportionnel à certains paramètres macroscopiques. La loi de dégradation est exponentielle, selon une très bonne approximation.

Luiz Davidovich, professeur à l'université fédérale de Rio de Janeiro – UFRJ (Brésil), a été invité par l'Assemblée des professeurs sur la proposition du Pr Serge Haroche.

**Luiz Davidovich** dirige un groupe de recherche en optique quantique et en information quantique. Ses travaux théoriques sur la décohérence et l'intrication quantique, reconnus par de nombreuses distinctions internationales, font de lui

un des pionniers de cette physique. Son activité de théoricien est toujours restée en contact étroit avec l'expérience. Il a travaillé avec de nombreuses équipes d'expérimentateurs dans le monde, en particulier en France où sa collaboration avec plusieurs

équipes du laboratoire Kastler-Brossel de l'École normale supérieure a été très féconde. Son groupe de recherche actuel à l'UFRJ est un exemple de mélange harmonieux entre activités théoriques et expérimentales.



# Prix Lichnérowicz pour la géométrie de Poisson

Lauréats 2010  
**Marco Gualtieri** et **Xiang Tang**

Ce prix a été créé en 2008 en hommage  
à André Lichnérowicz, titulaire de la chaire  
de Physique mathématique de 1952 à 1986.

Pour des états intriqués multiparties, l'environnement peut affecter des propriétés locales telles que l'excitation et les cohérences de chaque partie, ainsi que des propriétés globales telles que l'intrication de l'état. Les études sur la décohérence mentionnées ci-dessus conduisent à des questions naturelles au sujet de la dynamique de l'intrication. Quelle est la loi de dégradation ? Est-il possible d'introduire un taux de dégradation dans ce cas ? Comment la dégradation de l'intrication est-elle corrélée avec le nombre de parties intriquées ? Quelles est la robustesse de l'intrication de différentes classes d'états intriqués ? Comment la dynamique de l'intrication sous l'influence de l'environnement affecte-t-elle des applications comme la téléportation et la métrologie quantique ?

Ce sont quelques unes des questions qui ont été abordées au cours de cette série de quatre conférences :

- Le concept d'intrication. Caractérisation de l'intrication. Quantification de l'intrication. Méthodes pour augmenter la quantité d'intrication ; filtration, distillation. Intrication contrainte.
- Dynamique des systèmes ouverts, canaux quantiques et opérations de filtration. Dynamique de l'intrication dans les systèmes à deux qubits : résultats théoriques et expérimentaux.
- Dynamique de l'intrication pour les systèmes multiparties. Introduction à la métrologie quantique : borne de Cramér-Rao, information de Fisher, distinguabilité des états, rôle de l'intrication en métrologie quantique.
- Métrologie quantique et bruit : cadre général d'évaluation de la limite de précision ultime pour l'estimation des paramètres. Application à l'interféromètre optique et à la spectroscopie atomique.

**Marco Gualtieri** a soutenu son doctorat de mathématiques à l'université d'Oxford en 2004 sous la direction de Nigel Hitchin. Après avoir occupé des postes de chercheur post-doctorant au MSRI à Berkeley, au Fields Institute de Toronto, puis au MIT, il a été nommé au poste de professeur assistant à l'université de Toronto. Ses importants travaux sur la géométrie généralisée ont été la source d'inspiration de nombreuses publications sur ce sujet.

Il avait déjà établi dans sa thèse les fondements de la théorie des structures complexes généralisées ainsi que des structures kählériennes généralisées, et il a ensuite développé la géométrie généralisée et ses applications à la physique, indépendamment ou en collaboration avec Gil Cavalcanti, Henrique Bursztyn et Vestislav Apostolov. Plus récemment, il a étudié les D-branes dans les variétés complexes généralisées et leurs relations avec la géométrie non-commutative, ainsi que d'autres généralisations des géométries classiques.

**Xiang Tang** est titulaire d'un Ph.D. en mathématiques soutenu à l'université de Californie à Berkeley en 2004 sous la direction d'Alan Weinstein. Il a poursuivi ses recherches post-doctorales à l'université de Californie à Davis avant de devenir professeur assistant à Washington University à Saint-Louis. Ses travaux ont porté principalement sur les théorèmes de l'indice sur les espaces singuliers, où il utilise à la fois les outils de géométrie non-commutative (cohomologie cyclique, K-théorie, théorèmes généraux de l'indice de Connes-Moscovici et Nest-Tsygan) et les structures de la géométrie de Poisson. Parmi ses contributions importantes, obtenues indépendamment ou en collaboration, se trouvent une nouvelle démonstration de la conjecture d'Atiyah-Weinstein sur l'indice des opérateurs intégraux de Fourier et l'indice relatif des structures CR, l'étude des structures de Poisson non-commutatives sur les orbifolds, l'étude de diverses structures de type Hopf et la théorie de l'indice sur les orbifolds.

## Luca d'Ambrosio La politique criminelle en matière d'immigration irrégulière en Italie et en France

Mes recherches portent sur la politique criminelle en matière d'immigration irrégulière en Italie et en France. Mon intérêt pour ce sujet relève d'un paradoxe. Le droit de migrer a été reconnu, comme le premier des droits naturels et universels, et comme le fondement du droit international moderne.

Pourtant, on assiste depuis quelques années à la mise en place, dans l'espace juridique européen, d'un durcissement progressif des dispositifs de contrôle de l'immigration qui viennent à mettre en question non seulement l'exercice du droit lui-même, mais aussi des acquis de la culture juridique libérale, tels que le principe d'égalité et l'inviolabilité de la dignité humaine. Certes, l'affirmation de ce *ius migrandi*, qu'on fait généralement remonter à la fin du XVI<sup>e</sup> siècle, lorsqu'il fut affirmé par le théologien espagnol Francisco De Vitoria sur la base d'une idée cosmopolite des relations entre les peuples, s'exposait à une instrumentalisation en tant que justification de l'exploitation des terres et des peuples du "nouveau monde" par les Européens. Mais le fait est qu'aujourd'hui, c'est au sein des peuples anciennement colonisés et exploités que se rencontrent des personnes promptes à abandonner leur terre pour l'Europe, espérant trouver de meilleures conditions de vie ou se mettre à l'abri des crises politiques ou humanitaires. Alors que ce renversement aurait dû obliger les pays européens à prendre enfin au sérieux le caractère universel du *ius migrandi*, on assiste à sa progressive négation : le réfugié politique ou économique qui, privé de son identité sociopolitique particulière, aurait dû incarner le porteur idéal des droits humains dits "universels", se voit en réalité privé de toute protection juridique puisqu'il n'est désormais plus possible de l'appréhender comme citoyen d'une communauté déterminée.

Trente-trois ans, de nationalité italienne, Luca d'Ambrosio est docteur en droit des universités de Naples II et Paris I. Après un stage auprès du bureau du procureur du Tribunal pénal international du Rwanda et un mémoire sur les juridictions traditionnelles rwandaises, il a soutenu une thèse sur la "*Communautarisation* de

la norme d'incrimination nationale" dans le cadre d'un projet doctoral européen auquel la chaire d'Études juridiques comparatives et internationalisation du droit du Collège de France a été associée. Sa thèse est une étude critique des interactions normatives et jurisprudentielles autour desquelles la politique criminelle se construit à

l'échelle européenne et montre les tensions que peut entraîner la mise en œuvre de ce droit sur les principes fondamentaux en matière pénale. Affecté à la chaire d'Études juridiques comparatives et internationalisation du droit du Collège de France depuis 2009, il contribue notamment à la coordination du "Réseau ID franco-américain".

**Luca d'Ambrosio**  
post-doctorant,  
chaire d'Études  
juridiques comparatives  
et internationalisation  
du droit,  
Pr Mireille Delmas-Marty



# ChADoC

À cet égard, les événements qui se déroulent de l'autre côté de la Méditerranée depuis la fin 2010 sont emblématiques. Alors que certains peuples démontrent une volonté et une capacité extraordinaires de lutter pour des changements politiques majeurs, annonçant la fin de régimes autoritaires, les gouvernements et les instances de l'Union européenne (UE) se montrent avant tout préoccupés de se prémunir contre les flux migratoires "incontrôlables" que pourraient entraîner ces bouleversements. Les gouvernements et les media nourrissent la peur des populations européennes en brandissant systématiquement le spectre de l'"invasion" de l'étranger.

**C'est que la criminalisation de l'étranger en situation irrégulière est devenue le nouveau *totem* de l'Europe : l'étranger, représenté comme le barbare, l'autre, voire le criminel idéal, est devenu le bouc émissaire des fantasmes et des préjugés alimentés par nos sociétés du risque et de la peur.**

Dans le sillon de l'expérience étatsunienne du début du XX<sup>e</sup> siècle, la politique de contrôle de l'immigration s'est progressivement transformée, en Europe, en politique criminelle "pénalement armée". Les frontières des États se militarisent. Une fois qu'elles sont franchies par le "clandestin-criminel", ce dernier devient le destinataire d'une législation dérogatoire visant à son expulsion du "corps de la nation". Et en amont, avant que l'étranger en situation irrégulière ne soit expulsé du territoire de l'État, c'est le droit pénal qui intervient pour garantir son exclusion et son bannissement de la société. Tel semble être le *telos* de ce "droit pénal de l'immigration" : instrument d'exclusion par essence, il fait du migrant irrégulier un *homo sacer* moderne, un individu qui, avant même de l'être matériellement, est déjà juridiquement un exilé.

Ainsi, au nom du tout-sécuritaire et de la neutralisation d'une dangerosité fantasmée et privée de tout substrat empirique, n'est-ce pas à une transformation régressive du contrôle pénal en instrument d'exclusion des sujets les plus faibles de nos sociétés que nous assistons ?

Pour répondre à ces questions, j'analyse les dispositifs introduits en Italie et en France. Bien que leurs histoires (im-)migratoires soient bien différentes, la récente évolution normative repérable en matière d'immigration dans ces deux pays semble inspirée par la même idéologie : délimiter une "terre brûlée" autour des étrangers qui séjourneraient irrégulièrement sur le territoire national. En France, la pénalisation du statut de "clandestinité" n'a jamais été un tabou comme ce peut être le cas ailleurs en Europe. L'ordre juridique français incrimine

non seulement l'entrée et le séjour en condition irrégulière mais aussi "toute personne qui aura, par aide directe ou indirecte, facilité ou tenté de faciliter l'entrée, la circulation ou le séjour irréguliers, d'un étranger en France". Ce délit (dit "de solidarité") est aujourd'hui utilisé surtout pour intimider des personnes qui choisiraient de côtoyer des étrangers en situation irrégulière et de leur porter assistance au quotidien. C'est aussi dans cet esprit d'exclusion que le législateur italien a récemment fait appel au droit pénal en matière d'immigration. Surfant sur l'onde émotionnelle provoquée par certains faits divers, il a fait de la clandestinité une circonstance aggravante en 2008, puis une infraction en 2009. Bien que certains de ces dispositifs aient été annulés par la Cour constitutionnelle, ce régime pénal de l'exclusion démontre toutefois une résistance inquiétante aux principes fondamentaux du droit.

Ce phénomène n'a pas qu'une dimension étatique : à travers un jeu d'interactions, ascendantes d'abord (des gouvernements nationaux aux institutions supranationales), puis descendantes (des dispositifs supranationaux aux législations nationales), une pernicieuse liaison entre maîtrise de l'immigration et droit punitif caractérise les politiques mises en place en matière d'immigration au niveau de l'UE. Avant même l'entrée en vigueur, le 1<sup>er</sup> septembre 2009, du traité de Lisbonne, qui instaure une politique commune en matière d'immigration et vise la création d'un système intégré de gestion des frontières extérieures et la création d'un régime commun d'asile et de gestion de l'immigration illégale, c'est le Pacte européen sur l'immigration et l'asile approuvé en 2008 sous la présidence française qui a accéléré, au niveau communautaire, la mise en œuvre d'une politique de contrôle de l'immigration utilitariste et répressive. Les premiers dispositifs adoptés dans ce cadre semblent confirmer ces deux volets de la politique migratoire européenne. D'une part, la directive "carte bleue européenne" favorise l'entrée et le séjour des extracommunautaires titulaires d'un emploi hautement qualifié. D'autre part, la directive, dite "retour", permet l'enfermement des migrants en instance d'éloignement du territoire pour une durée allant jusqu'à dix-huit mois et une "interdiction de retour" jusqu'à cinq ans dans tout l'espace Schengen, bâtissant ainsi, face aux étrangers "indésirables", les nouvelles murailles de la forteresse Europe.

En conclusion, je peux dire que les premiers résultats de ma recherche suggèrent que la circulation de ces dispositifs d'exclusion, véhiculée par les mécanismes contraignants de l'intégration juridique européenne, risque de fragiliser la construction d'une véritable "communauté européenne". Face aux migrants, l'Europe qui promettait une ère d'échanges et de prospérité, semble au contraire ériger, en s'appuyant sur la peur de l'autre, des murs qui, comme les *limes* de l'empire Romain, attestent son incapacité à penser d'autres horizons et un autre avenir".

## Nicolas Roch Contrôler un aimant de taille moléculaire avec un champ électrique

Le prix Hugot m'a été remis principalement au titre de ma thèse portant sur la réalisation d'un transistor à base de molécule unique. Le transistor est la brique de base des ordinateurs. Il est fabriqué en silicium, on en trouve plusieurs milliards dans les processeurs actuels.

Mes travaux visent à réduire la taille de ces transistors en utilisant de nouveaux matériaux, mais aussi à leur donner, grâce au savoir-faire des chimistes, de nouvelles fonctionnalités (sensibilité à la lumière, aux champs électrique, magnétique, etc.).

Durant ma thèse, j'ai démontré la possibilité de fabriquer un transistor à base d'une molécule unique, sensible au surplus aux champs magnétique et électrique.

Il s'agit d'études en amont, mais on peut en espérer des applications futures dans le domaine de la spintronique.

Vers de nouveaux composants pour la spintronique : contrôler le magnétisme avec un champ électrique

La spintronique, ou électronique de spin<sup>1</sup>, vise à réaliser une électronique utilisant les propriétés magnétiques des électrons. Les électrons se comportent en effet comme de petits aimants élémentaires qui tournent sur eux-mêmes, comme une toupie autour d'un axe. Cette rotation définit leur "spin". Grâce à cette orientation, les électrons peuvent transporter de l'information. Mais comme ils ne conservent l'orientation de leur spin que sur des distances très courtes, les composants utilisés pour la spintronique doivent être structurés à l'échelle nanométrique.

Nous avons réalisé un transistor en insérant une molécule unique de fullerène<sup>2</sup> entre deux électrodes de taille nanométrique (figure ci-contre). Deux électrons sont ensuite apportés à cette molécule. En fonction du champ électrique appliqué, les directions des aimants portés par ces électrons sont alors soit tête-bêche (et la molécule n'est pas magnétique), soit orientées dans la même direction (la molécule de fullerène devient magnétique). Ce dispositif permet donc de contrôler l'état magnétique du transistor grâce à une tension électrique.

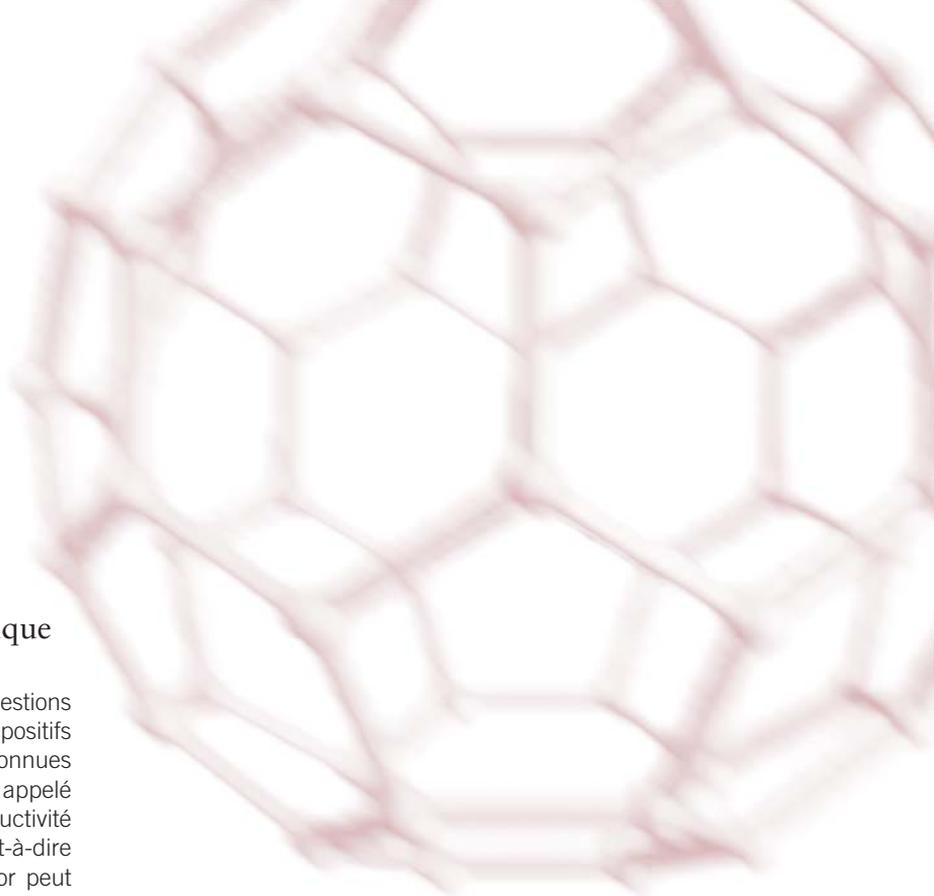
Nicolas Roch, 27 ans, a fait ses études supérieures à l'Institut national polytechnique de Grenoble, sa thèse au département nanosciences de l'Institut Néel, en 2009. Depuis 2010, il occupe au Collège de France un poste d'ATER rattaché à la chaire de Physique mésoscopique de Michel Devoret. Il conduit ses travaux

au laboratoire Pierre Aigrain de l'ENS, dans l'équipe de Benjamin Huard et Michel Devoret. Il développe, fabrique et mesure des dispositifs pour le traitement quantique de l'information, tel qu'un amplificateur de signaux de fréquences micro-ondes fonctionnant aux limites fixées par la mécanique quantique.

Nicolas Roch est également lauréat du prix Saint-Gobain de la Société française de physique et du prix de thèse de la Fondation nanosciences de Grenoble.

**Nicolas ROCH**  
post-doctorant,  
chaire de Physique  
mésoscopique,  
Pr Michel Devoret





## Les transistors à molécule unique : une plate-forme pour des études de physique fondamentale

L'échelle nanométrique des objets pose en outre des questions plus fondamentales. En effet, réduire la taille des dispositifs implique de saisir d'autres lois physiques que celles connues à l'échelle macroscopique. Parmi elles, un phénomène appelé "effet Kondo" explique le lien entre magnétisme et conductivité du dispositif. Lorsque la molécule est magnétique, c'est-à-dire dans la situation où les spins sont alignés, le transistor peut conduire un courant, contrairement au cas où les électrons sont orientés en sens opposé.

Le passage d'un état à l'autre dans l'organisation de ces spins est très similaire au changement de phase que l'on peut observer dans les aimants macroscopiques ordinaires, et qui peut être provoqué en chauffant les aimants au-dessus d'une température limite, leur faisant ainsi perdre leur aimantation (770°C pour le fer). Les expériences que nous avons menées sur notre transistor à molécule unique sont au contraire réalisées à très basse température (quelques dixièmes de degrés au-dessus du zéro absolu).

**Ainsi, ce n'est plus la température  
qui gouverne la transition de phases  
mais le champ électrique.**

L'étude des transitions de phases générées par champ électrique, appelées transitions de phases quantiques<sup>3</sup>, dépasse le seul contexte de la spintronique. Des effets similaires ont été observés dans d'autres domaines de la physique, comme dans celui des réseaux d'atomes froids ou encore des supraconducteurs à haute température critique".

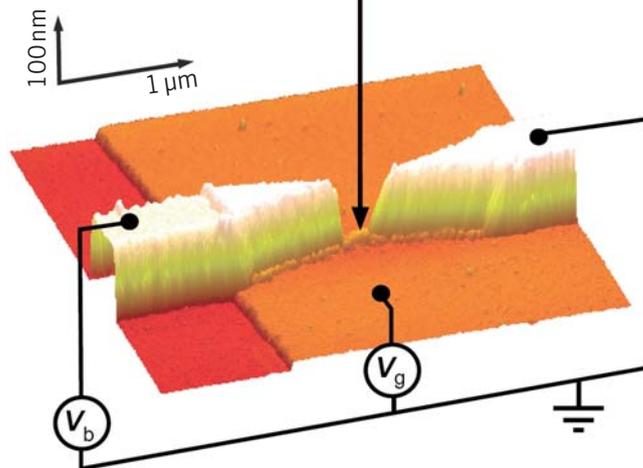
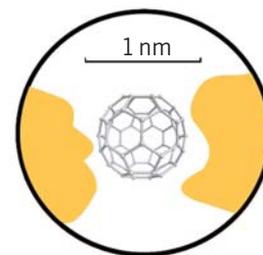


Image du transistor moléculaire réalisée avec un microscope à force atomique.

1. Le spin de l'électron est assimilable à une aimantation dont la direction changerait selon que l'électron tourne sur lui-même dans un sens ou dans l'autre. Cet état quantique se décrit alors par deux valeurs, positive ou négative (+1/2 ou -1/2 dans le cas d'un seul électron).

2. Les fullerènes sont des molécules d'un nanomètre de diamètre composées de carbone. Issues de manipulations humaines et non présentes à l'état brut dans la nature, elles peuvent prendre la forme d'une sphère, d'un ellipsoïde, d'un tube ou d'un anneau.

3. La mécanique quantique est caractérisée par un don d'ubiquité des petits systèmes et des spins, c'est-à-dire qu'ils peuvent avoir deux positions ou énergies à la fois.

# Entretien avec Jacques Bouveresse



Entretien  
Marc Kirsch

Comment analysez-vous votre parcours de philosophe ?

Au Collège de France, partant de la logique et de la philosophie du langage, en 1995 (avec un séminaire sur les couleurs et la théorie de la perception), vous avez travaillé sur des auteurs du tournant du XIX<sup>e</sup> et du XX<sup>e</sup> siècle, le Cercle de Vienne et Wittgenstein, vous êtes régulièrement revenu à la question de la perception, de la réalité, du temps, du langage, de la logique et des mathématiques, avez traité de la question des systèmes philosophiques, pour finir par une longue étude consacrée à Leibniz. Que signifie ce retour à Leibniz ?

**Je ne sais pas s'il faut parler d'un retour.** Leibniz est un auteur qui m'a toujours intéressé et que, d'une certaine façon, je n'ai jamais complètement perdu de vue. Mon intérêt pour lui est lié initialement, je crois, en grande partie à la lecture de la thèse d'Yvon Belaval, *Leibniz critique de Descartes* (1960), qui, pour moi, reste encore aujourd'hui une référence essentielle en matière d'études leibniziennes. Dans la confrontation entre Leibniz et Descartes, j'ai eu dès le début tendance à accorder une préférence très nette au premier, notamment à cause de son rapport à la logique et de la place déterminante qu'il lui octroie dans la conception et la construction de son système (il a dit de la logique qu'elle était le fondement de sa métaphysique), ce qui le situe à peu près aux antipodes de Descartes et également de Locke, qui soutiennent qu'au fond la logique ne nous sert à rien, surtout pour ce qui concerne la chose la plus importante, à savoir la découverte. Leibniz croit au contraire à l'importance et à la fécondité de la logique, aussi bien pour la philosophie que pour les mathématiques et la science en général. D'une façon qui ne vous surprendra sûrement pas, j'ai découvert réellement Leibniz à peu près au moment où j'ai commencé à m'intéresser de près à la logique moderne, dont il est parfois considéré comme le véritable père et qui

**Jacques BOUVERESSE**  
Titulaire de la chaire  
de Philosophie du langage  
et de la connaissance  
de 1995 à 2010



est une discipline que j'ai enseignée pendant de nombreuses années aux étudiants de philosophie. Corrélativement, j'ai été enclin, probablement, à faire preuve d'une certaine injustice envers Descartes (je me souviens de m'être fait sermonner, à juste titre, sur ce point par Jules Vuillemin).

– **Votre attitude envers Descartes est-elle toujours la même aujourd'hui ?**

Non, j'ai changé d'attitude quand j'ai recommencé à le lire réellement, et en particulier quand j'ai dû, en 1996, à l'occasion de la célébration du quatrième centenaire de sa naissance, donner plusieurs conférences sur lui. J'ai d'ailleurs fait une expérience du même genre avec un certain nombre d'autres philosophes, comme par exemple Nietzsche, Husserl et même, d'une certaine façon, Heidegger : quand vous réussissez à les lire eux-mêmes directement, en oubliant à peu près complètement et ce qu'on vous a enseigné (ou essayé de vous enseigner), et surtout ce que le comportement des dévots et des idolâtres peut faire pour les rendre peu attirants et même franchement antipathiques, ils deviennent tout d'un coup beaucoup plus intéressants. Aujourd'hui, il n'y a plus guère de philosophes, traditionnels ou contemporains, dont je n'aie pas l'impression de pouvoir apprendre quelque chose d'important, qui peut-être m'avait échappé jusqu'à présent. Bien entendu, certains d'entre eux ont été et restent, pour moi, beaucoup plus essentiels que d'autres.

– **Comme, par exemple, Leibniz ?**

Oui, incontestablement. J'avais déjà décidé en fait, au moment où je suis entré au Collège de France, en 1995, de lui consacrer ma dernière ou mes deux dernières années de cours. Il y a, en particulier, un problème sur lequel je réfléchis depuis longtemps et que je souhaitais regarder de plus près à travers lui : celui de la compatibilité du déterminisme avec la liberté. Je fais partie de ceux qui, contrairement à Popper (et un bon nombre d'autres philosophes), pensent que la liberté n'est pas nécessairement plus facile ou moins impossible à concilier avec l'indéterminisme qu'avec le déterminisme.

**Leibniz soutient, pour sa part, que le futur est tout aussi déterminé que le passé et que même nos actions les plus libres sont aussi déterminées que les autres, ce qui ne les empêche pas de rester malgré tout libres et nous-mêmes d'en être responsables.**

J'ai essayé de réaliser, en fait, ces deux dernières années le projet que j'avais depuis des années de m'intéresser non seulement à la théorie de la nécessité et de la contingence que défend Leibniz, telle qu'elle est comprise et discutée actuel-

lement, mais également à sa philosophie morale, qui est bien plus subtile et plus profonde qu'on ne le croit généralement et mérite tout à fait, même après la révolution que Kant est censé avoir effectuée, d'être prise au sérieux. Leibniz n'est pas seulement un théoricien hors pair. Sa philosophie pratique est également du plus haut intérêt ; et il est à mes yeux, en plus de tout le reste, un grand philosophe moral et un grand moraliste.

Pour ce qui est de la question que vous me posez à propos du jugement que je suis enclin à formuler sur le parcours philosophique que j'ai effectué, notamment depuis mon entrée au Collège de France, je pense que j'ai réalisé à peu près le programme que je m'étais fixé, à une exception près : j'ai été tellement accaparé par d'autres choses que je n'ai pas trouvé le temps nécessaire pour revenir sur une question à laquelle j'avais commencé depuis un bon nombre d'années à m'intéresser de près : celle de la théorie et de la philosophie des probabilités. Il faut dire que la préparation d'un cours au Collège de France exige un travail considérable et que, si vous décidez, comme je l'ai fait, de consacrer plusieurs années d'enseignement à des penseurs aussi difficiles et aussi mal connus que Boltzmann ou Gödel, cela ne vous laisse pas beaucoup de temps pour faire d'autres choses.

– **Diriez-vous que votre intérêt pour l'histoire de la philosophie est devenu, au fil des années, plus grand qu'il ne l'était au départ ?**

Oui, en un sens. Le fait que j'ai terminé mes années d'enseignement au Collège de France par un cours sur Leibniz pourrait donner un peu l'impression que j'ai fini par aboutir là où je cherchais plutôt à éviter d'aller, à savoir dans l'histoire de la philosophie. Pour comprendre ce qui s'est passé, il faut se souvenir que j'ai été engagé, au début de mon parcours, dans une bataille assez rude pour faire reconnaître l'existence et l'importance de la philosophie analytique – c'était une époque où il était courant d'entendre des gens très sérieux nier purement et simplement qu'il puisse y avoir une quelconque philosophie digne de ce nom dans les pays anglo-saxons. Et il se trouve qu'une des déficiences les plus graves qui étaient reprochées à la tradition analytique en philosophie était le caractère anhistorique de sa démarche et sa tendance, réelle ou supposée, à estimer qu'il n'est pas nécessaire, pour philosopher de façon sérieuse, de commencer par s'intéresser de près au passé de la philosophie. J'ai passé moi-même des années, au début, à découvrir l'état réel de la philosophie de notre époque et à travailler essentiellement sur des auteurs contemporains ou relativement récents dont pratiquement personne ne parlait en France. J'ai, du même coup, probablement un peu oublié les classiques et j'avais tendance à considérer que, si les philosophes analytiques n'accordaient sans doute pas une importance suffisante à l'histoire de la philosophie, la philosophie française, dont c'était incontestablement le point fort, comme

l'était aussi, par ailleurs, l'histoire des sciences, lui attribuait, pour sa part, une place passablement exagérée, à tel point que la philosophie pouvait donner l'impression, dans l'Université en tout cas, de se réduire plus ou moins à l'histoire de la philosophie.

Quand on parle d'histoire de la philosophie, il faut remarquer, du reste, que l'intérêt considérable qu'on lui porte en France n'a pas empêché l'histoire de la philosophie du XX<sup>e</sup> siècle de rester, encore aujourd'hui, extraordinairement mal connue et écrite de façon très partielle et partielle.

C'est une des raisons pour lesquelles j'ai été amené à devenir moi-même un peu plus historien que je ne l'avais envisagé au départ.

– Vous trouvez, en somme, à la fois que le poids de l'histoire de la philosophie est excessif et qu'elle est loin de faire, dans tous les cas, ce qu'on est en droit d'attendre d'elle.

Oui, on peut dire les choses de cette façon. À l'époque dont nous parlons, je trouvais en tout cas complètement insupportable l'idée qu'il faille se résigner à remplacer, implicitement ou explicitement, la philosophie, dont on nous annonçait de divers côtés la fin, par son histoire (ou, dans un genre différent, mais pas moins historique, par la déconstruction de la tradition dans laquelle elle s'est incarnée) et je n'acceptais pas du tout non plus l'idée d'abandonner la philosophie des sciences, comme certains le proposaient également, au profit de la seule l'histoire des sciences, aussi importante que puisse être celle-ci. Cela me semblait une façon désastreuse de renoncer à toute espèce d'ambition proprement philosophique. Pour résumer, une des choses que je reprochais à la philosophie française et qui est certainement loin d'avoir disparu aujourd'hui était l'impression qu'elle donnait un peu trop souvent que le traitement approprié d'un problème philosophique est essentiellement celui qui consiste à en faire l'histoire, et non à se demander s'il peut être résolu et de quelle façon. J'appréciais évidemment, par contraste, l'attitude des philosophes analytiques, qui semblaient convaincus que les problèmes philosophiques doivent pouvoir être résolus et que l'on peut espérer disposer aujourd'hui de moyens plus appropriés pour parvenir à les résoudre. De ce point de vue, c'étaient eux, et non les philosophes "continentaux", comme on les appelle, qui me paraissaient être les héritiers les plus fidèles de la tradition. Eux, au moins, n'étaient pas hantés par le spectre d'une fin possible ou peut-être même déjà arrivée de la philosophie, et du remplacement inévitable de celle-ci par des successeurs tels que les sciences humaines, la littérature, la poésie ou je ne sais quoi d'autre. Il faut se souvenir que c'était une époque où la compétition pour l'obtention du statut de discipline dominante et directrice, que la philosophie était censée avoir perdu, était rude.

La linguistique, l'anthropologie, la psychanalyse, l'histoire ont à un moment ou à un autre fait partie des candidates qui avaient la faveur du pronostic. Tout cela paraît, bien entendu, assez ridicule aujourd'hui, où il n'est question que du renouveau de la philosophie, de sa situation plus florissante que jamais et de ses possibilités d'extension à peu près illimitées. La denrée philosophique et ses imitations et contrefaçons diverses ne se sont probablement jamais aussi bien vendues qu'elles le font depuis quelque temps.

Pour en revenir à la relation que j'ai entretenue et continue encore aujourd'hui à entretenir avec la tradition analytique en philosophie, je ne trouve pas scandaleux que l'on puisse penser que les problèmes philosophiques sont là pour être, si possible, résolus, et non pour donner du travail aux historiens, que même les plus grands philosophes de la tradition ont pu commettre des erreurs ou préférer des énoncés dénués de sens (cela n'oblige évidemment pas à affirmer qu'ils n'ont fait que cela) et qu'il n'y a pas de raison d'exclure totalement que nous puissions être, par rapport à eux, dans une position qui nous permet d'y voir plus clair sur la nature réelle des problèmes philosophiques et sur la façon dont on peut espérer réussir à les résoudre – ou sur les raisons pour lesquelles on n'y parvient pas.

– Vous avez toujours accordé une grande importance, en philosophie, à l'idée qu'il faut essayer de s'attaquer, de la façon la plus directe possible, à des problèmes déterminés, avec la volonté de les résoudre, et pas seulement de les discuter indéfiniment.

Wittgenstein est même allé jusqu'à dire, au début des années trente, que, dans la philosophie elle-même, il fallait être *business-like*, qu'il fallait que quelque chose soit *fait*, que quelque chose soit *réglé*. C'est le genre de déclaration qui ne peut évidemment que susciter l'indignation des philosophes de type traditionnel, qui pensent que des résultats précis sont à peu près la dernière chose que l'on puisse exiger d'une discipline comme la philosophie. Je n'irais sûrement pas aussi loin, sur ce point, que Wittgenstein a donné à certains moments l'impression de le faire, mais je pense qu'il y a bien un contraste important que l'on peut appeler, comme cela été fait parfois, celui de la "philosophie des systèmes" et de la "philosophie des problèmes". La philosophie, dit Wittgenstein, ce sont d'abord les problèmes philosophiques ; mais, pour des philosophes comme Martial Gueroult et Jules Vuillemin, qui a été son élève, la réalité de la philosophie est d'abord celle des doctrines et des systèmes. Et il y a une pluralité irréductible de systèmes, et donc, pour les questions posées, de réponses que l'on ne peut pas espérer départager par une argumentation rationnelle, ce qui est bien, me semble-t-il, une façon de concéder que les problèmes philosophiques ne peuvent pas être résolus au sens auquel on a pensé la plupart la plupart du temps qu'ils devraient pouvoir l'être.

J'ai mis du temps, je l'avoue, à comprendre l'importance cruciale de la question du pluralisme philosophique pour Vuillemin. Le pluralisme est une exigence qui, à ses yeux, n'a pas été respectée suffisamment non seulement par la philosophie analytique, mais également par la philosophie contemporaine dans son ensemble. Dans l'entretien qu'il a donné au *Monde* en 1984, au moment où il s'apprêtait à publier un livre que je considère personnellement comme un chef d'œuvre, *Nécessité ou contingence, L'aporie de Diodore et les systèmes philosophiques*, il dit que : "Rien ni du point de vue scientifique ni du point de vue moral ne nous force à opter pour une des classes de systèmes. Chaque classe offre des possibilités et des inconvénients, par conséquent des limites. Nous sommes obligés d'opter. Mais nous restons libres du choix. L'option faite, il faut en accepter les conséquences et les inévitables difficultés<sup>1</sup>."

– Je crois comprendre que, pour vous, cette conception laisse subsister un certain nombre de problèmes non résolus.

Oui, en effet. Il y a d'abord la question suivante : si ce n'est pas la raison, sous la forme d'arguments rationnels, qui décide du choix entre les systèmes, qu'est-ce qui le fait au juste ? Quand on aboutit à une conclusion comme celle de Vuillemin, on est obligé, je crois, d'en dire un peu plus qu'il ne le fait sur ce genre de question. Et on risque de se trouver obligé de faire intervenir tôt ou tard des éléments et des aspects qui ne relèvent plus de la philosophie, mais probablement plutôt de la psychologie, de la psychanalyse, de la sociologie, etc. Ce qui n'est sûrement pas très satisfaisant pour des gens qui, comme Gueroult et Vuillemin, tiennent à ce point à préserver l'autonomie de la philosophie, à la fois par rapport aux diverses sciences et en général. Et il y a, d'autre part, le risque d'être contraint d'admettre, dans le cas de la philosophie, une forme de relativisme et même de subjectivisme assez radical, s'il n'y a réellement pas de raisons objectives qui puissent justifier le choix que l'on fait.

La question que l'on est obligé de se poser est celle de savoir si la seule raison sérieuse qu'il puisse y avoir d'accepter une philosophie est sa vérité supposée ou si elle devient vraie essentiellement par le fait d'être acceptée et seulement pour celui qui l'accepte.

Autrement dit, est-il possible ou non d'appliquer à la philosophie la notion de vérité dans un sens suffisamment proche du sens usuel ? Si on adopte un point de vue comme celui de Guérout, on n'a guère de choix, semble-t-il, qu'entre dire que toute philosophie est vraie (en ajoutant toutefois une restriction du type "vraie dans sa propre sphère") et dire qu'aucune ne l'est. Vuillemin et Granger, qui défendent tous les deux une conception non relativiste de la vérité, concluent de l'existence, en philosophie, d'une forme de pluralité qui est intrinsèque et

n'a rien d'accidentel ou de provisoire, qu'il vaut probablement mieux renoncer à appliquer la notion de vérité aux énoncés de la philosophie.

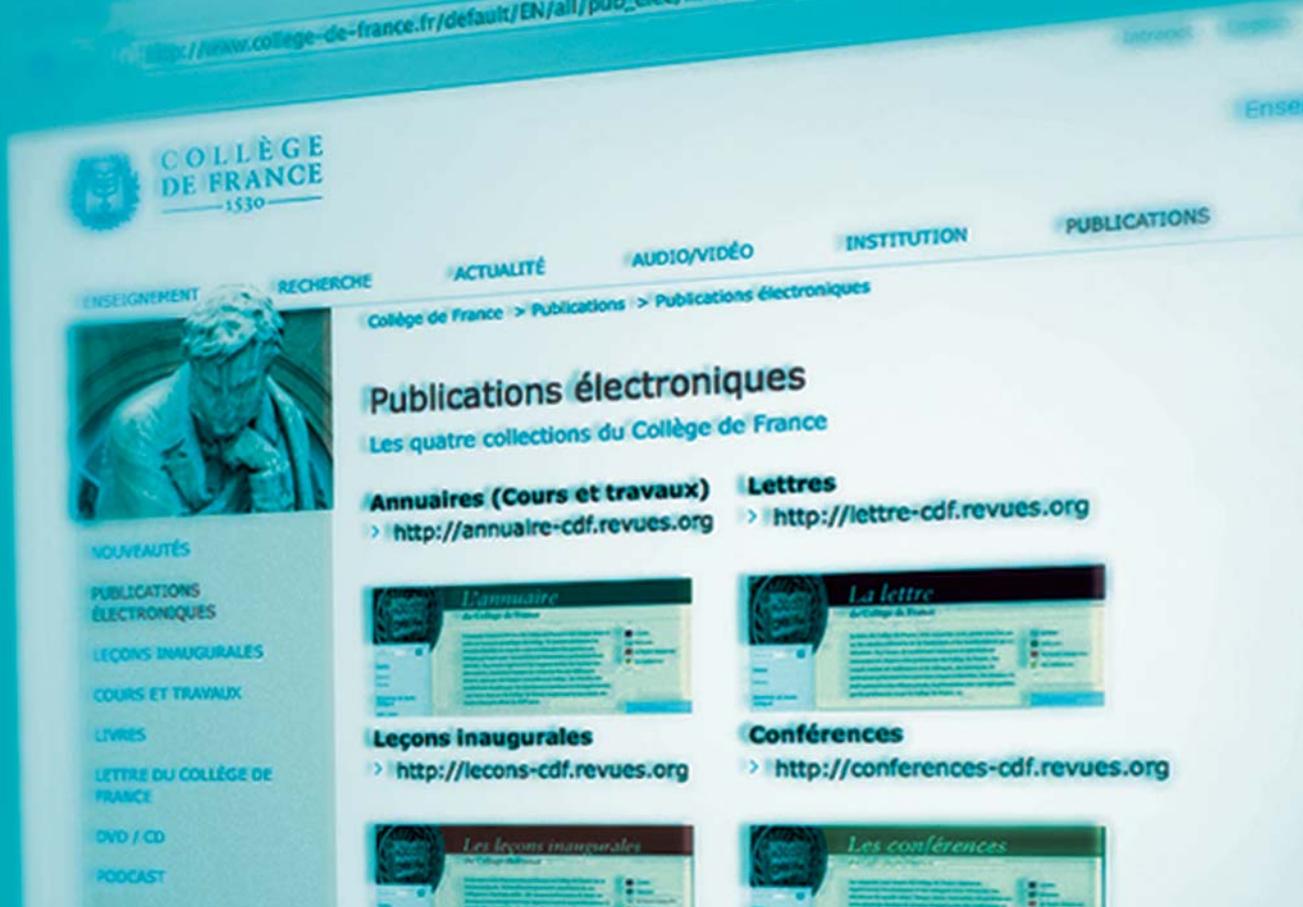
C'est une conclusion qui ne me satisfait pas vraiment, mais qui ne peut évidemment pas gêner ceux qui pensent, et il semble y avoir un nombre de plus en plus grand de gens qui le font, que la vérité n'est, de toute façon, pas ce qui compte, même dans les sciences, et que nous aurions même tout intérêt à nous débarrasser de notions comme celle de vérité. Comme je l'ai dit à maintes reprises, je ne crois rien de tel et je ne trouve malheureusement convaincant aucun des arguments qui sont utilisés – quand on ne se dispense pas purement et simplement de donner des arguments quelconques – à l'appui de ce genre d'assertion. Un bon nombre d'entre eux reposent même sur des confusions assez grossières. Mais, pour se rendre compte de cela, il faudrait sans doute consentir à sortir un peu plus de l'univers domestique confiné de la *French Theory* et à prendre réellement au sérieux des livres aussi remarquables que le dernier de ceux qui ont été publiés par Bernard Williams<sup>2</sup>. Quand on lit des ouvrages comme celui-là ou ceux de Michael Dummett<sup>3</sup>, où la question de l'"indispensabilité de la vérité" est traitée d'une façon qui n'a rien de rhétorique, on se dit que la réputation de la philosophie analytique n'est tout de même pas aussi usurpée que l'on s'efforce depuis quelque temps à nouveau de nous le faire croire. En parlant de "rhétorique", je veux dire notamment que, si la question de la vérité était réellement aussi importante pour Foucault qu'il l'a dit lui-même, on est tout de même un peu étonné de ne pas trouver trace dans ce qu'il en dit du travail de clarification et d'analyse considérable qui a été effectué, depuis Frege, sur cette question par les logiciens et les philosophes analytiques. En lisant les *Leçons sur la volonté de savoir*, qui viennent de paraître, je me suis senti obligé, malheureusement, de donner souvent raison à Jean-Marc Mandosio, qui écrit que "Foucault applique la recette traditionnelle de l'essayisme dans le goût français : revisiter de façon "brillante" des lieux communs en faisant primer la rhétorique sur l'exactitude<sup>4</sup>." Je partage, de façon générale, assez peu le "goût français", mais je ne m'étonne pas, bien entendu, que la rhétorique séduise la plupart du temps nettement plus que l'exactitude.

1. Didier Eribon, "L'effet Bachelard chez Jules Vuillemin", *Le Monde aujourd'hui*, dimanche 4 - lundi 5 mars 1984, p. XV

2. Bernard Williams, *Truth and Truthfulness, An Essay in Genealogy*, Princeton University Press, Princeton and Oxford, 2002 ; traduction française de Jean Lelaidier, *Vérité et véracité, Essai de généalogie*, Gallimard, 2006

3. Voir par exemple Michael Dummett, *Truth and the Past*, Columbia University Press, New York, 2004

4. Jean-Marc Mandosio, *Longévité d'une imposture, Michel Foucault*, Paris Éditions de l'Encyclopédie des nuisances, 2010, p. 23



# Publications électroniques et livres numériques au Collège de France

Emmanuelle Fleury  
Patricia Llegou  
Jean-Jacques Rosat  
Céline Vautrin

Le succès de la diffusion audiovisuelle des enseignements développée par le Collège de France ces dernières années a dépassé toutes les attentes<sup>1</sup> : le nombre d'heures de cours téléchargées dépasse un million en moyenne chaque mois pour l'audio et oscille entre 30 000 et 50 000 pour la vidéo. Mais l'écrit reste un support incontournable pour véhiculer le savoir scientifique.

C'est dans cette optique qu'il a été décidé d'éditer les collections institutionnelles du Collège de France sous forme numérique. Trois de ces collections font parallèlement l'objet d'une édition imprimée : les *Leçons inaugurales* (collection qui comprend la quasi-intégralité des leçons inaugurales prononcées par les professeurs depuis 1949<sup>2</sup>), l'*Annuaire (Résumés des cours et travaux)*, miroir, depuis 1901, de l'enseignement et de la recherche) et la *Lettre*, qui présente et commente depuis dix ans les grands événements de l'institution. Une quatrième collection, éditée uniquement sous forme numérique, propose des textes inédits issus de colloques ou de conférences organisées par le Collège de France.

La mise en ligne des publications, au fur et à mesure de leur parution ou au plus près de l'événement, est une façon de donner un accès plus rapide et plus large (à l'étranger notamment) aux textes d'actualité.

Les collections seront progressivement complétées par tous leurs numéros anciens. Un grand nombre de leçons inaugurales ont en effet constitué, dans leur domaine et en leur temps, des événements marquants, parfois retentissants. Beaucoup sont aujourd'hui introuvables. Ces textes, comme les résumés rédigés chaque année par les professeurs à la fin de leur enseignement et publiés dans l'*Annuaire*, constituent des jalons dans l'histoire et la vie scientifique de l'établissement. Le projet est de constituer un énorme corpus en ligne, en libre accès, aisément accessible et citable, de l'ensemble des textes édités par le Collège depuis un siècle au moins.

#### Quatre collections en ligne

Pour ce faire, le Collège de France a créé en juillet 2010 une plateforme d'édition électronique, réalisée en partenariat avec le Cléo<sup>3</sup>. Elle est hébergée sur le portail de Revues.org<sup>4</sup> et accessible directement depuis le site Internet du Collège<sup>5</sup>. On y trouve déjà les publications les plus récentes : les deux derniers annuaires (2008-2009 et 2009-2010), onze leçons inaugurales, et neuf numéros de la Lettre, dont un numéro en anglais et deux hors-série : *Claude Lévi-Strauss* (2008) et *Le Tabac* (2010).

Le site des *Conférences* propose deux ouvrages inédits : *La pluralité interprétative* (actes d'un colloque organisé par Alain Berthoz, Carlo Ossola et Brian Stock) et *Korčula sous la domination de Venise au XV<sup>e</sup> siècle* (trois conférences de Oliver Schmitt, professeur invité). Cette nouvelle collection exclusivement électronique doit permettre à la fois d'élargir l'offre de publications et de diversifier le lectorat, à l'international notamment.

#### Le choix du libre accès

##### Édition en ligne

L'édition électronique est le moyen de donner un accès *libre et gratuit* aux textes mis en ligne. Les textes sont publiés en HTML, le format standard du Web. Chaque article ou chapitre de livre se lit sur une page déroulante, comparable au rouleau ou *volumen* qui précéda l'invention du livre sous la forme que nous connaissons actuellement (le *codex*), avec une numérotation par paragraphe. La correspondance avec la pagination papier, lorsqu'elle existe, est indiquée en haut de chaque page. L'édition électronique ne fait pas concurrence à l'édition imprimée, elle renouvelle les usages de la lecture.

Les textes mis en ligne sont édités au sens strict et donc préparés avec le même degré d'exigence que pour un livre imprimé. Le système de gestion de contenus<sup>6</sup> et la maquette sont adaptés à l'édition de textes complexes, riches typographiquement et plutôt longs, avec un environnement éditorial très structuré (sommaries automatisés avec liens actifs, gestion des notes, insertion de figures ou de médias, index d'auteurs et index thématiques, etc.).

##### Référencement

L'édition des publications sur le portail Revues.org leur assure un référencement optimal.

Dans l'univers numérique, une page mal référencée est une page qui n'existe pas.

C'est pourquoi il importe de se conformer aux standards du Web : *Dublin Core* pour les métadonnées, RSS pour la syndication, protocole OAI<sup>7</sup> pour le moissonnage des métadonnées, *Digital Object Identifier* (DOI<sup>8</sup>) pour le référencement des ressources numériques, etc. Un soin particulier est donc apporté à la production des métadonnées et à leur interopérabilité afin qu'elles puissent être reconnues par le plus grand nombre de moteurs de recherches, que ceux-ci soient généralistes (comme Google, Bing, etc.) ou spécialisés (Google Scholar,



En quatre mois, 9064 leçons inaugurales et 2181 numéros de la Lettre ont été téléchargés sous forme de livres électroniques (ces ouvrages étaient proposés gratuitement de septembre à décembre 2010).

Base, OAlster, Scirus), ainsi que par les annuaires de liens spécialisés (Intute) et les bases de données scientifiques nationales et internationales (Sudoc, WorldCat, EZB, Journal TOCs).

#### Citabilité

Il convient aussi que le lecteur puisse citer les textes édités en ligne aussi rigoureusement que s'ils étaient imprimés. Or la référence d'un document électronique est l'adresse de la page sur laquelle il apparaît, à savoir son URL<sup>8</sup>. Si l'on ne veut pas qu'Internet devienne un "cimetière d'erreurs 404" (c'est-à-dire des pages introuvables parce qu'elles ont changé d'adresse ou ont été supprimées), il est indispensable de les doter d'une URL unique et pérenne, dont l'accessibilité à long terme est garantie. C'est encore plus vrai dans le monde de la recherche. Sans adresses pérennes, les publications s'excluent d'office de ce qui est le jeu de la science par excellence : la lecture, la citation et le commentaire critiques par les pairs.

#### Les livres numériques

Outre la version principale, gratuite, en ligne, de chacune des publications, des formats "détachables" sont également disponibles : le PDF (fac-similé de l'édition papier ou PDF généré automatiquement) et l'ePub. Ces livres numériques (e-books) sont payants. Les contenus sont identiques. Les formats proposés au téléchargement (ePub et PDF) apportent un confort supplémentaire et sont adaptés à d'autres usages et supports : accessibilité hors connexion, types de fichiers et dimensions de la page de lecture adaptés à la plupart des supports mobiles (téléphones portables, liseuses de type iPad, Kindle, Sony Reader, Bookeen CyBook, etc.) ainsi qu'à un stockage sur ordinateur et à une impression papier.

Ces fichiers numériques sont proposés à un prix très modique<sup>10</sup>. Ils peuvent être achetés directement en ligne, soit à partir de la page d'édition de chaque volume, par l'intermédiaire de la librairie *Immatériel*<sup>11</sup>, soit sur des plateformes de vente spécialisées (l'*iBookstore* pour l'iPad par exemple).

Proposée et défendue par le Cléo sous le nom d'OpenEdition Freemium<sup>12</sup>, cette formule combinant la mise en ligne en accès libre et gratuit du texte intégral avec la commercialisation des fichiers dérivés (PDF et ePub) répond à une double exigence : accessibilité et diffusion optimales du savoir par le libre accès, et financement des acteurs de la chaîne éditoriale (auteurs, éditeurs, distributeurs, libraires en ligne) par la vente des "livres numériques".

#### Réception : les premières analyses

Les outils statistiques du Cléo permettent d'évaluer la fréquentation des publications électroniques. Entre juillet et décembre 2010, l'ensemble de la plateforme (les quatre collections) a reçu 95 100 visites.

Le résumé de cours du Pr John Scheid publié dans l'Annuaire, portant sur "La cité, l'individu, la religion à Rome", a fait l'objet, par exemple, de 667 visites entre juillet et décembre 2010. Celui du Pr Don Zagier, "Topologie, combinatoire et formes modulaires", a été vu 545 fois sur la même période. La version imprimée de l'annuaire, qui regroupe chaque année les résumés des cours de tous les professeurs, est un énorme livre de plus de 1 000 pages. La version électronique permet à chacun d'accéder directement aux articles qui l'intéressent.

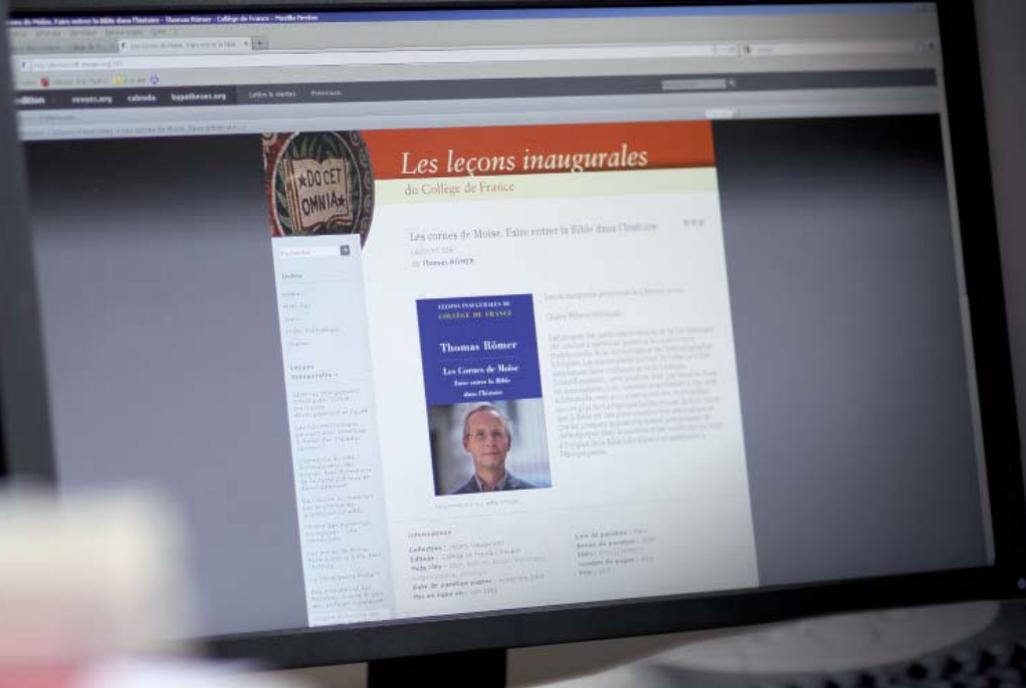
Pendant la même période, chacune des leçons inaugurales mises en ligne a reçu entre 1 300 et 2 000 visites, et le numéro hors-série de la *Lettre* sur le tabac, par exemple, 6 475 – plus de deux fois son tirage papier !

Les statistiques donnent également des indications sur la localisation géographique des internautes qui consultent nos collections. La France arrive naturellement en tête, mais nos pages sont visitées régulièrement aussi depuis un bon nombre de pays francophones (Canada, Belgique, Maroc, Algérie, Suisse, Côte d'Ivoire, Tunisie notamment) et non francophones (principalement les États-Unis, l'Allemagne, l'Italie, la Grèce, la Colombie, le Chili).

#### Accessibilité et archivage du savoir scientifique

Internet offre des outils de diffusion du savoir dont personne n'aurait osé rêver il y a cinquante ans. L'édition en ligne, comme la plateforme de diffusion audiovisuelle du site Internet, sont une façon de prolonger l'amphithéâtre, de l'ouvrir plus largement encore<sup>13</sup>.

Et un souci patrimonial s'ajoute à la volonté de diffusion. Dans les années qui viennent, les collections électroniques vont s'enrichir grâce à la mise en ligne progressive des anciennes publications, de traductions en anglais ou en d'autres langues pour certains titres, ainsi qu'à l'ajout de documents audiovisuels.



Grâce aux textes édités en ligne, les vidéos et enregistrements des cours pourront être mieux référencés et valorisés, les textes constituant la meilleure introduction aux documents audiovisuels, et un réservoir de mots inépuisable pour les moteurs de recherche. En retour, le fonds audiovisuel exceptionnel du Collège de France servira à enrichir l'écrit : aujourd'hui, la vidéo de chaque leçon inaugurale vient déjà compléter l'édition du texte en ligne.

### Le projet vise ainsi à constituer des archives en ligne, en libre accès, de tout le fonds éditorial et audiovisuel du Collège de France.

À moyen terme, le but visé est que la totalité des documents audiovisuels produits ou coproduits par le Collège de France<sup>14</sup> se trouve rassemblée autour de la colonne vertébrale formée par les résumés de cours de l'*Annuaire*.

De l'écrit à l'audiovisuel, du papier à l'électronique, et inversement : faisons que les auditeurs deviennent aussi des lecteurs, et parions que les internautes resteront aussi des lecteurs de livres.

1. Cf. l'enquête effectuée par Henri Leridon, "Qui sont les auditeurs des cours du Collège de France", *Lettre du Collège de France*, n° 29, juillet 2010, p. 5-7
2. Les leçons inaugurales sont éditées depuis 1949 sous forme de livres et font l'objet, depuis 2003, d'une coédition avec les Éditions Fayard.
3. Le Cléo (Centre pour l'édition électronique ouverte) est une unité mixte de service (UMS 3287) associant le CNRS, l'EHESS, l'université d'Avignon et l'université de Provence. Ses missions sont de promouvoir le développement de l'édition électronique en sciences humaines et sociales et de contribuer à la diffusion des compétences liées à l'édition électronique
4. Cf. <http://www.revues.org>. Développé par le Cléo, Revues.org est le plus ancien portail de revues en sciences humaines et sociales en France : il diffuse près de trois cents revues.
5. depuis la rubrique Publications > Publications électroniques : [http://www.college-de-france.fr/default/EN/all/pub\\_elec/index.htm](http://www.college-de-france.fr/default/EN/all/pub_elec/index.htm)
6. Content Management System ou CMS en anglais. Un CMS est un logiciel destiné à la conception et à la mise à jour dynamique de sites web. Celui que nous utilisons, Lodel, est un logiciel libre d'édition électronique développé par le Cléo.
7. L'OAI-PMH (Open Archives Initiative's Protocol for Metadata Harvesting) est un protocole d'échange destiné à faciliter celui-ci entre fournisseurs de données et fournisseur de services – bibliothèque, centre de documentation, portail thématique par exemple.
8. Littéralement "identifiant d'objet numérique".
9. Uniform Resource Locator ou "adresse universelle" en français.
10. Actuellement, les leçons inaugurales et la Lettre, les autres collections suivront.
11. Cf. <http://bibliothèque.immatériel.fr/fr/list/editeur-227-college-de-france>
12. Voir p. 56, l'article de Marin Dacos, directeur du Cléo, sur cette formule "OpenEdition Freemium" : "tirage illimité" gratuit (free) en ligne et payant (premium) pour certaines fonctionnalités avancées (formats de téléchargement et bouquet d'accès et de services à destination des bibliothèques universitaires).
13. Sur l'importance de la mission de diffusion du savoir à tous, cf. l'éditorial de Pierre Corvol, administrateur du Collège de France, *Lettre du Collège de France*, n° 29, juillet 2010, p. 3 : "N'en déplaise à nos aînés, Docet omnia, la devise du Collège de France, est incomplète. Docet omnes omnia serait plus juste : il enseigne tout, à tous."
14. Elles sont accessibles directement à partir de la rubrique Publications/publications électroniques



Exemples de pages de la Lettre du Collège de France consacrée à Claude Lévi-Strauss et de pages de l'*Annuaire*, sur l'iPad.

# OpenÉdition Freemium

Marin  
Dacos

La création de Revues.org, en 1999, reposait sur une intuition, celle de l'édition

électronique ouverte. Elle apparaissait comme une voie de démocratisation de l'accès au savoir et de rayonnement pour les sciences humaines et sociales.

Lancé dans une chambre d'étudiant, le projet a débouché sur la création d'un laboratoire, huit ans plus tard : *le Centre pour l'édition électronique ouverte* (CNRS, Université de Provence, École des hautes études en sciences sociales et Université d'Avignon). Celui-ci développe désormais trois portails :

**revues.org** accueille 300 revues et collections de livres

**calenda** diffuse les programmes de colloques, de journées d'études et les appels à contribution soumis par la communauté scientifique (plus de 14000 programmes complets).

**hypotheses.org** est la première plateforme de carnets de recherches en Sciences humaines et sociales (150 carnets). Les carnets de recherche sont la forme académique des blogs. Ils permettent de tenir une forme de séminaire permanent en ligne et de prolonger la conversation scientifique au-delà des murs du laboratoire. L'ensemble de ces portails reçoit en moyenne 1,5 millions de visites par mois.

Depuis le début, nous avons défendu l'idée du "libre accès", et refusé le vocabulaire de la "gratuité". En effet, comme tout travail, le travail d'édition a un coût. Or, transposer sur le Web le modèle de l'abonnement classique produit des effets d'invisibilité prononcés<sup>1</sup>. Toute barrière commerciale divise le nombre de lecteurs par cent et conforte les frontières linguistiques et disciplinaires existantes. Le numérique, dès lors, sert à économiser des frais de transport, mais ne modifie pas radicalement l'économie du lectorat.

Or, le Web fait passer l'édition électronique d'une économie de la rareté à une économie de l'attention<sup>2</sup>.

Dans le premier cas, c'est l'offre qui est rare relativement à la demande. Dans le second, c'est l'offre informationnelle qui est surabondante et qui conduit à une rareté relative de la demande. Dans une économie où tous les articles et tous les livres sont en ligne, ce qui devient rare, ce sont les lecteurs pour les trouver, les lire et les citer.

Le Web offre une opportunité historique à l'édition scientifique en termes de visibilité, donc de circulation et de fertilisation croisée des savoirs. À condition qu'elle opte pour le libre accès. L'option du libre accès est également beaucoup plus juste. Elle réduit les barrières économiques de l'accès au savoir et rend au citoyen ce qu'il a financé.

En 2010, la Grèce n'a plus pu payer ses abonnements aux grands catalogues de revues scientifiques en ligne, Elsevier en tête. On doit s'interroger sur l'efficacité d'un système qui permet à une société hollandaise, Elsevier, de posséder plus de 3000 revues et d'en retirer des bénéfices dignes d'une start-up de la Silicon Valley. Les bénéficiaires de ce système à tendance monopolistique sont les actionnaires d'Elsevier, pas la science, ni l'édition scientifique.

Mais comment financer le libre accès ? Le modèle de la subvention publique, verticale, soumise à l'inertie et aux aléas, est-il le seul possible ? Il existe deux autres voies. La première est celle de l'auteur-payeur, initiée notamment par Public Library of Science (PLOS). L'auteur acquitte des frais de publication assumés par son laboratoire. Les tarifs varient entre 1000 et 3000\$. Ce modèle pose des problèmes éthiques évidents et est inadapté aux disciplines pauvres que sont les sciences humaines et sociales.

Le deuxième modèle est appelé *freemium*. Il a été développé par les entreprises du Web qui ne pouvaient ou ne voulaient pas miser sur la publicité et souhaitaient s'inscrire dans la logique du libre accès. Il est appliqué avec succès par Flickr, célèbre site de partage de photographies, et par Skype, le logiciel de téléphonie. L'idée est simple : en étant gratuits, les services gagnent des millions d'utilisateurs dont une petite partie est intéressée par des fonctionnalités Premium, payantes, qui financent la totalité de la plateforme. C'est le sens du mot *freemium*, qui associe *free* (gratuit) et Premium (payant pour des fonctionnalités avancées).

C'est cette voie qu'inaugure le Cléo en lançant **OpenEdition Freemium** le 15 février 2011 (OpenEdition signifie "**Tirage illimité**" en anglais). Le portail OpenEdition.org mettra en valeur, pour les bibliothèques partenaires, les contenus des trois portails du Cléo augmentés par les fonctionnalités Premium. Celles-ci se décomposent en deux familles. La première repose sur les formats : les articles en HTML sont diffusés en libre accès et les formats PDF et Epub (pour Ipad, Kindle, etc.) sont réservés aux campus ayant acquis le bouquet OpenEdition Freemium. La deuxième repose sur des services exclusifs ouverts aux bibliothèques abonnées : assistance et formation, alertes par email, fourniture et services de données spécialisés (statistiques de fréquentation par campus, API Calenda, notices UNIMARC...), informations et documentation, association à la gouvernance du projet.

Cette offre garantit une diffusion maximale des textes scientifiques, grâce au libre accès, tout en offrant une opportunité de revenus à l'édition, grâce aux services Premium. En effet, 66% des revenus issus de ce bouquet seront reversés aux revues et éditeurs partenaires. Il reste à la communauté scientifique à se prononcer pour un modèle de circulation du savoir, ce qui n'est rien d'autre qu'un choix de société.

1. Marin Dacos, Pierre Mounier, *L'édition électronique*, La Découverte, Paris, 2010, 128 p.

2. Herbert Simon, "Designing organizations for an information rich world", in Martin Greenberger (dir.), *Computers, Communications, and the Public Interest*, Baltimore, Johns Hopkins Press, 1971, p. 37 et 72.

**Marin DACOS**  
Directeur du Centre  
pour l'édition électronique  
ouverte – Cléo

© Lisa George



# Les leçons inaugurales

du Collège de France

De l'atome au matériau. Les phénomènes quantiques collectifs

de Antoine Georges

Antoine Georges

De l'atome au matériau  
Les phénomènes quantiques collectifs



Informations sur cette image

Leçon inaugurale prononcée le jeudi 8 octobre 2010  
Chaire de Physique de la matière condensée

Le monde des matériaux présente une extraordinaire diversité d'architectures (cristaux, verres, amorphes) et de comportements physiques (métaux, isolants, supraconducteurs, supraconducteurs). La physique de la matière condensée cherche à comprendre leurs propriétés et de technologies modernes (le transistor ou l'usage médical par résonance magnétique nucléaire, par exemple) ont pour origine des découvertes faites dans ce domaine. Antoine Georges nous invite à un voyage fascinant qui partira des derniers concepts de la physique de la matière condensée jusqu'à ses applications actuelles, à l'industrie, à la

## Informations

Collection : Leçons inaugurales

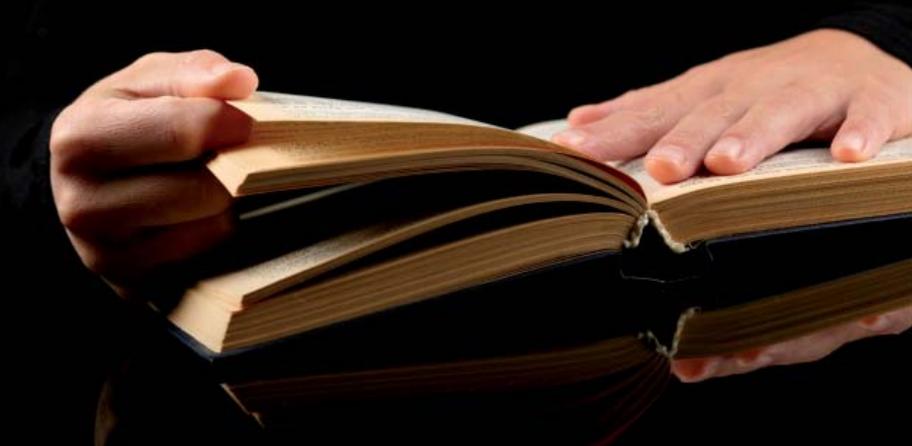
Éditeur : Collège de France / Fayard

Mots clés : matière condensée, supraconducteurs, matière et matériaux, physique, sciences

Date de parution papier : novembre 2010

Mis en ligne en : novembre 2010

ISBN de poche : 978-2-7535-0000-0



## Qu'est-ce qu'un livre ?

Roger Chartier

*Qu'est ce qu'un livre ? Un discours qui a cohérence et unité ou bien une anthologie de citations et d'extraits ?*

La conversion numérique d'objets de la culture écrite qui sont encore les nôtres, le livre, mais aussi la revue ou le journal, oblige de faire retour sur la question fondamentale.

Cette opération est au fondement même de la constitution de collections électroniques permettant l'accès à distance des fonds conservés dans les bibliothèques. Bien fou serait celui qui jugerait inutile ou dangereuse cette extraordinaire possibilité offerte à l'humanité. "Quand on proclama que la Bibliothèque comprenait tous les livres, la première réaction fut un bonheur extravagant", écrit Borges, et c'est une même immédiate félicité que produit la promesse d'une nouvelle Babel numérique. Tous les livres pour chaque lecteur, où qu'il soit : le rêve est magnifique, promettant un accès universel aux savoirs et à la beauté.

Toutefois, il ne doit pas faire perdre raison. Certes, le transfert du patrimoine écrit d'une matérialité à une autre n'est pas sans précédents. Au XV<sup>e</sup> siècle, la nouvelle technique de reproduction des textes fut mise massivement au service des genres qui dominaient la culture du manuscrit : manuels de la scolastique, livres liturgiques, compilations encyclopédiques, calendriers et prophéties. Dans les premiers siècles de l'ère chrétienne, l'invention du livre qui est encore le nôtre, le codex, avec ses feuillets, ses pages et ses index, accueillit dans un nouvel objet les Écritures sacrées et les œuvres des auteurs grecs et latins.

L'histoire n'enseigne rien, malgré le lieu commun qui lui attribue des leçons, mais dans ces deux cas, elle montre un fait essentiel pour comprendre le présent.

**Un "même" texte n'est plus le même lorsque changent le support de son inscription, donc, également, les manières de le lire et le sens que lui attribuent ses nouveaux lecteurs.**

La lecture du rouleau dans l'Antiquité supposait une lecture continue, elle mobilisait tout le corps puisque le lecteur devait tenir l'objet écrit à deux mains et elle interdisait d'écrire durant la lecture. Le codex, manuscrit puis imprimé, a permis des gestes inédits. Le lecteur peut feuilleter le livre, désormais organisé à partir de cahiers, feuillets et pages et il lui est possible d'écrire en lisant. Le livre peut être paginé et indexé, ce qui permet de citer précisément et de retrouver aisément tel ou tel passage.

**Pr Roger Chartier**  
Écrit et cultures dans l'Europe moderne  
Président du Conseil scientifique de la Bibliothèque nationale de France



La lecture ainsi favorisée est une lecture discontinuée mais pour laquelle la perception globale de l'œuvre, imposée par la matérialité même de l'objet, est toujours présente.

Les bibliothèques le savent, même si certaines d'entre elles ont pu avoir, ou ont encore la tentation de reléguer loin des lecteurs, voire de détruire, les objets imprimés dont la conservation semblait assurée par le transfert sur un autre support : le microfilm et la microfiche d'abord, le fichier numérique aujourd'hui. Contre cette mauvaise politique, il faut rappeler que protéger, cataloguer et rendre accessible (et pas seulement pour les experts en bibliographie matérielle) les textes dans les formes successives ou concurrentes qui furent celles où les ont lus leurs lecteurs du passé, et d'un passé même récent, demeure une tâche fondamentale des bibliothèques – et la justification première de leur existence comme institution de conservation et lieu de lecture. À supposer que les problèmes techniques et financiers de la numérisation soient résolus et que tout le patrimoine écrit puisse être converti sous une forme numérique, la conservation et la communication de ses supports antérieurs n'en seraient pas moins nécessaires. Sinon, le "bonheur extravagant" promis par cette bibliothèque d'Alexandrie enfin réalisée se paierait au prix fort de l'amnésie des passés qui font que les sociétés sont ce qu'elles sont.

Et ce, d'autant plus que la numérisation des objets de la culture écrite qui est encore la nôtre (le livre, la revue, le journal) leur impose une mutation bien plus forte que celle impliquée par la migration des textes du rouleau au codex. L'essentiel ici me paraît être la profonde transformation de la relation entre le fragment et la totalité. Au moins jusqu'à aujourd'hui, dans le monde électronique, c'est la même surface illuminée de l'écran de l'ordinateur qui donne à lire les textes, tous les textes, quels que soient leurs genres ou leurs fonctions. Est ainsi rompue la relation qui, dans toutes les cultures écrites antérieures, liait étroitement des objets, des genres et des usages. C'est cette relation qui organise encore les différences immédiatement perçues entre les différents types de publications imprimées et les attentes de leurs lecteurs, guidés dans l'ordre, ou le désordre, des discours par la matérialité même des objets qui les portent. Et c'est cette relation, enfin, qui rend visible la cohérence des œuvres, imposant la perception de l'entité textuelle, même à celui ou celle qui n'en veut lire que quelques pages. Il n'en va plus de même dans le monde de la textualité numérique puisque les discours ne sont plus inscrits dans des objets qui permettent de les classer, hiérarchiser et reconnaître dans leur identité propre. C'est un monde de fragments décontextualisés, juxtaposés, indéfiniment recomposables, sans que soit nécessaire ou désirée la compréhension de la relation qui les inscrit dans l'œuvre dont ils ont été extraits.

On objectera qu'il en a toujours été ainsi dans la culture écrite, largement et durablement construite à partir de recueils d'extraits, d'anthologies de lieux communs (au sens noble de la Renaissance), de morceaux choisis. Certes. Mais, dans la culture de l'imprimé, le démembrement des écrits est accompagné de son contraire : leur circulation dans des formes qui respectent leur intégrité et qui, parfois, les rassemblent dans des "œuvres", complètes ou non. De plus, dans le livre lui-

même les fragments sont nécessairement, matériellement, rapportés à une totalité textuelle, reconnaissable comme telle.

Plusieurs conséquences découlent de cette différence fondamentale. L'idée même de revue devient incertaine lorsque la consultation des articles n'est plus liée à la perception immédiate d'une logique éditoriale rendue visible par la composition de chaque numéro, mais est organisée à partir d'un ordre thématique de rubriques. Et il est sûr que les nouvelles manières de lire, discontinuées et segmentées, mettent à mal les catégories qui régissaient le rapport aux textes et aux œuvres, désignées, pensées et appropriées dans leur singularité et cohérence.

Ce sont justement ces propriétés fondamentales de la textualité numérique et de la lecture face à l'écran que le projet commercial de Google entend exploiter. Son marché est celui de l'information. Les livres, tout comme d'autres ressources numérisables, constituent un immense gisement où elle peut être puisée. De là, la perception immédiate et naïve de tout livre, de tout discours comme une banque de données fournissant les "informations" à ceux qui les cherchent. Satisfaire cette demande et en tirer profit, tel est le premier but de l'entreprise, et non pas construire une bibliothèque universelle à la disposition de l'humanité. Google ne semble d'ailleurs pas très bien équipé pour le faire à en juger par les multiples erreurs de datation, de classification et d'identification produites par l'extraction automatique des données et relevées avec ironie par Geoffrey Nunberg dans *The Chronicle of Higher Education* d'août 2009. Pour le marché de l'information, ces bévues sont secondaires. Ce qui importe est l'indexation et la hiérarchisation des données et les mots-clés et rubriques qui permettent d'aller au plus vite aux documents les plus "performants".

**La découverte d'un nouveau marché, toujours en expansion, et les prouesses techniques qui donnent à Google un quasi-monopole sur la numérisation de masse ont assuré le grand succès et les copieux bénéfices de cette logique commerciale.**

Elle suppose la conversion électronique de millions de livres, tenus comme une inépuisable mine d'informations. Elle exige, en conséquence, des accords passés ou à venir avec les grandes bibliothèques du monde mais aussi une numérisation d'envergure, guère préoccupée par le respect du copyright, et la constitution d'une gigantesque base de données, capable d'en absorber beaucoup d'autres, de tous ordres, et d'archiver les informations les plus personnelles sur les internautes utilisant les multiples services proposés par Google.

Toutes les controverses actuelles dérivent de ce projet premier. Ainsi, les procès faits par certains éditeurs européens pour reproduction et diffusion illégales d'œuvres sous droits. Ou bien l'accord passé entre Google et l'Association des éditeurs et la Société des auteurs américains, qui prévoit le partage des droits demandés pour l'accès aux livres sous copyright, mais qui n'a pas encore été validé par le juge new-yorkais qui en examine la compatibilité avec les lois anti-trust<sup>1</sup>. Ou encore, le lancement spectaculaire de Google Edition, qui est, en fait, une

puissante librairie numérique destinée à concurrencer Amazon dans la vente des livres électroniques. Sa constitution a été rendue possible par la mainmise de Google sur cinq millions de livres “orphelins”, toujours protégés par le copyright mais dont les éditeurs ou ayants droit ont disparu, et par l'accord qui légalisera, après coup, les numérisations pirates.

Les représentants de la firme américaine courent le monde et les colloques pour proclamer leurs bonnes intentions : démocratiser l'information, rendre accessible les livres indisponibles, rétribuer correctement auteurs et éditeurs, favoriser une législation sur les livres “orphelins”. Et, bien sûr, assurer la conservation “pour toujours” d'ouvrages menacés par les désastres qui frappent les bibliothèques, comme le rappelle l'un des directeurs de Google dans un article récent du *New York Times* où il justifie l'accord soumis au juge par les incendies qui détruisirent, par trois fois, les bibliothèques d'Alexandrie et, en 1851, la *Library of Congress*.

Cette rhétorique du service du public et de la démocratisation universelle ne suffit pas pour lever les préoccupations. Dans un article du *New York Review of Books* du 12 février 2009 et dans son livre, *Apologie du livre. Demain, aujourd'hui* (Gallimard, 2010), Robert Darnton convoque les idéaux des Lumières pour mettre en garde contre la logique du profit qui gouverne les entreprises googliennes. Certes, jusqu'ici une claire distinction est établie entre les ouvrages tombés dans le domaine public, qui sont accessibles gratuitement sur Google Books, et les livres sous droits, orphelins ou non, dont l'accès et, maintenant l'achat sur Google Edition, est payant. Mais rien n'assure que dans le futur l'entreprise, en situation de monopole, n'imposera pas des droits d'accès ou des prix de souscription considérables en dépit de l'idéologie du bien public et de la gratuité qu'elle affiche actuellement. D'ores et déjà, un lien existe entre les annonces publicitaires, qui assurent les profits considérables de Google, et la hiérarchisation des “informations” qui résulte de chaque recherche sur Google Search.

C'est dans ce contexte qu'il faut situer les débats suscités par la décision de certaines bibliothèques européennes de confier la numérisation de tout ou partie de leurs collections à Google, dans le cadre d'une convention ou, plus rarement, d'un appel d'offres. Dans le cas français, de tels accords et les discussions ouvertes pour en signer d'autres ne concernent jusqu'à maintenant que les livres du domaine public – ce qui, on l'a vu, ne protège pas nécessairement les autres, scannés en grand nombre dans les bibliothèques américaines. Faut-il poursuivre dans cette voie ? La tentation est forte dans la mesure où les budgets réguliers ne permettent pas de numériser beaucoup et vite. Pour accélérer la mise en ligne, la Commission européenne, les pouvoirs publics et certaines bibliothèques ont donc pensé qu'étaient nécessaires des accords avec des partenaires privés et, bien évidemment, avec le seul qui a la maîtrise technique (d'ailleurs gardée secrète) autorisant des numérisations massives et rapides. De là, les négociations, prudentes et limitées, engagées entre la Bibliothèque nationale de France et Google. De là, les désaccords sur l'opportunité d'une telle démarche, tant en France qu'en Suisse où le contrat signé entre la Bibliothèque cantonale et universitaire de Lausanne et Google a entraîné une sérieuse discussion (*Le Temps* du 19 septembre 2009).

À constater la radicale différence qui sépare les raisons, les modalités et les utilisations des numérisations des mêmes fonds lorsqu'elle est portée par les bibliothèques publiques ou l'entreprise californienne, cette prudence est plus que justifiée et pourrait ou devrait conduire à ne pas céder à la tentation.

L'appropriation privée d'un patrimoine public, mis à disposition d'une entreprise commerciale, peut paraître choquante. Mais, de plus, dans de nombreux cas, l'utilisation par les bibliothèques de leurs propres collections numérisées par Google (et même s'il s'agit d'ouvrages du domaine public) est soumise à des conditions tout à fait inacceptables, telle que l'interdiction d'exploiter les fichiers numérisés durant plusieurs décennies ou celle de les fusionner avec ceux d'autres bibliothèques. Tout aussi inacceptable est un autre secret : celui qui porte sur les clauses des contrats signés avec chaque bibliothèque.

Les justes réticences face à un partenariat aussi risqué ont plusieurs conséquences. D'abord, exiger que les financements publics des programmes de numérisation soient à la hauteur des engagements, des besoins et des attentes et que les États ou la Communauté européenne ne se défaussent pas sur des opérateurs privés des investissements culturels à long terme qui leur incombent. Ensuite, décider des priorités, sans nécessairement penser que tout “document” a vocation à devenir numérique, puis construire des collections numériques cohérentes, respectueuses des critères d'identification des discours qui ont organisé et organisent encore la culture écrite et la production imprimée.

L'obsession, peut-être excessive et indiscriminée, pour la numérisation ne doit pas masquer un autre aspect de la “grande conversion numérique”, pour reprendre l'expression de Milad Doueïhi, à savoir, la capacité de la nouvelle technique à porter des formes d'écriture originales, libérées des contraintes imposées, à la fois, par la morphologie du codex et le régime juridique du copyright.

**Cette écriture polyphonique et palimpseste, ouverte et malléable, infinie et mouvante, bouscule les catégories qui, depuis le dix-huitième siècle, sont le fondement de la propriété littéraire et imprègnent les pratiques et habitudes de lecture.**

Comme l'indique Antonio Rodríguez de las Heras, dans l'espace numérique ce n'est pas l'objet écrit qui est plié, comme dans le cas de la feuille du livre manuscrit ou imprimé, mais le texte lui-même. La lecture consiste donc à “déplier” cette textualité mobile et infinie. Une telle lecture constitue sur l'écran des unités textuelles éphémères, multiples et singulières, composées à la volonté du lecteur, qui ne sont en rien des pages définies une fois pour toutes. L'image de la navigation sur le réseau, devenue si familière, indique avec acuité les caractéristiques de cette nouvelle manière de lire, segmentée, fragmentée, discontinuë, qui défie profondément la perception des livres comme œuvres, des textes comme des créations singulières et originales, toujours identiques à elles-mêmes et, pour cette raison même, propriété de leur auteur. Les nouvelles productions écrites, d'emblée numériques, posent dès maintenant la difficile question de leur archivage et conservation. Les bibliothèques doivent y être attentives au moment même où elles développent la numérisation de leur patrimoine et s'interrogent sur la meilleure manière de construire un nouvel ordre des discours où se croisent concepts hérités et possibilités inédites.

Cet article reprend les conclusions d'une conférence faite à la Bibliothèque de la Diète à Tokyo, le 7 septembre 2010.

1. [NdE] Le juge fédéral de New York Denny Chin vient finalement de rejeter cet accord en mars 2011.

# Apologie du livre

## Demain, aujourd'hui, hier



Les grands éditeurs ont tant augmenté les tarifs des revues périodiques, en particulier dans les sciences naturelles, qu'ils ont fait des ravages dans les budgets des bibliothèques de recherche. Afin de maintenir leurs collections de périodiques, celles-ci ont réduit de façon drastique leurs achats de monographies. Confrontées au déclin des commandes des bibliothèques, les presses universitaires ont quasiment cessé de publier dans les secteurs les moins fertiles si bien que les chercheurs spécialisés dans ces domaines n'ont plus de débouché pour leurs travaux. La crise concerne le fonctionnement du marché, non la valeur des travaux universitaires ; et elle est le plus aiguë chez ceux qui ont le plus grand besoin de la surmonter – la nouvelle génération d'universitaires dont les carrières dépendent de leur capacité à se faire publier.”

*page 168*



Oui, Google pourrait bien réaliser le rêve des Lumières. Mais le fera-t-il ? Les philosophes du XVIII<sup>e</sup> siècle considéraient les situations de monopole comme le principal obstacle à la diffusion du savoir – non seulement les monopoles de façon générale, qui étouffaient le commerce selon Adam Smith et les physiocrates, mais les institutions monopolistiques comme la Compagnie des imprimeurs à Londres et la Chambre syndicale des libraires et imprimeurs à Paris, qui étranglaient la libre circulation des livres.

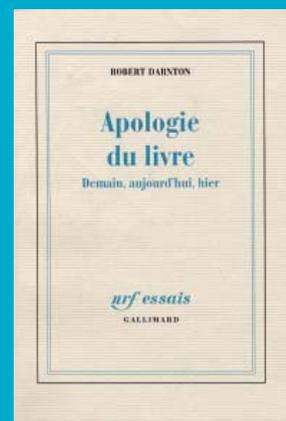
Google n'est pas une corporation et n'a pas cherché à créer un monopole. La société se donne au contraire un objectif louable, promouvoir l'accès à l'information. Mais la forme juridique de l'accord qu'elle a signé la rend invulnérable à toute concurrence. La plupart des auteurs et des éditeurs qui détiennent les copyrights aux États-Unis sont automatiquement couverts par ce document. Ils peuvent choisir de s'exclure du dispositif mais, quoi qu'ils fassent, aucune autre entreprise de numérisation ne pourra voir le jour sans l'aval de chacun des ayants droit, chose quasi impossible, à moins de s'embourber dans une nouvelle action en nom collectif. Si l'opération Google est approuvée par le tribunal – processus qui pourrait prendre encore deux ans –, cela assurerait à la société la mainmise sur la numérisation de presque les livres sous copyright aux États-Unis.”

*pages 123–124*

**Robert DARNTON**

*Apologie du livre*  
*Demain, aujourd'hui, hier*  
Paris, Gallimard, 2011  
Extraits p. 168 et 123

Nous remercions  
les Éditions Gallimard qui  
nous ont aimablement autorisés  
à reproduire ces extraits.





Jacqueline de Romilly est née en 1913, à Chartres. Elle s'est éteinte le 18 décembre 2010, à l'âge de 97 ans. En 1930, première année où l'épreuve est ouverte aux filles, elle est lauréate du Concours général en latin et en grec. Agrégée de lettres en 1936, docteur ès lettres en 1947, elle devient en 1973 la première femme professeur au Collège de France. Intitulé de sa chaire : *La Grèce et la formation de la pensée morale et politique* (1973 à 1984).

## Notice sur la vie et les travaux de Jacqueline de Romilly

Denis Knoepfler

Helléniste de premier plan, Jacqueline de Romilly a été en réalité, chacun en a conscience, beaucoup plus que cela : l'une des très grandes dames de la vie culturelle dans la seconde moitié du XX<sup>e</sup> siècle, toutes spécialités et même toutes nationalités confondues.

Et cette position très en vue, elle l'a conservée intacte durant toute la première décennie du XXI<sup>e</sup> siècle encore, continuant jusqu'à la fin, en dépit des atteintes de l'âge, à publier essai sur essai – sans parler de romans et de nouvelles – à un rythme que l'on serait presque en droit de considérer comme excessif si, derrière cette production destinée surtout, en ces dernières années, au grand public cultivé, il n'y avait le très légitime souci du professeur de revenir, encore et toujours, sur les plus importantes leçons du passé pour assurer la transmission de l'héritage, un souci mêlé d'ailleurs d'une inquiétude croissante, comme on le fera voir au terme de cet hommage.

Citoyenne française et justement fière de l'être, Jacqueline de Romilly fut en même temps, à toutes les étapes de son parcours, extrêmement représentative, nous semble-t-il, de ce que la France peut offrir de meilleur à ceux et à celles qui ambitionnent de rejoindre son élite intellectuelle : née Jacqueline David en 1913, la future Madame de Romilly suit, dans l'entre-deux-guerres, toute la filière de l'école républicaine, en décrochant régulièrement les

Pr Denis KNOEPFLER  
Épigraphie et histoire  
des cités grecques



premiers prix et en occupant infailliblement la première place au classement de sortie, jusqu'à l'agrégation comprise. Puis, au lendemain de la Seconde Guerre mondiale, en 1947, elle défend brillamment et publie aussitôt une thèse d'État longuement mûrie, dont le sujet semble de prime abord bien austère pour une helléniste dès alors très consciente du rôle que les femmes seront désormais appelées à jouer : ce sujet, c'est la montée en puissance de la cité d'Athènes dans le monde grec telle que Thucydide – le moins féministe, assurément, des auteurs antiques ! – la met en évidence et l'explique sans la moindre concession à l'anecdotique, qu'il s'agisse d'éphémères combinaisons politiques ou d'intrigues amoureuses. Et fort de ce premier succès ô combien mérité, Jacqueline de Romilly ne tarde pas à devenir, dans le sillage de cette autre helléniste qu'est fondamentalement (ne l'oublions pas) Marguerite Yourcenar, une espèce de porte-parole de la culture en France et dans le monde : n'a-t-elle pas été reçue dans tous les établissements les plus prestigieux de ce pays ? L'Institut de France à travers ses deux plus anciennes académies, l'Académie française à partir de 1980, l'Académie des inscriptions et belles-lettres dès 1972, le Collège de France où elle aura eu le singulier privilège d'être la première femme à entrer comme professeur titulaire et où elle enseignera dix années durant (1973-1983) avant une longue et active période d'honorariat ; la Sorbonne aussi et d'abord, de 1957 à 1973. Et il est à peine besoin de dire qu'elle a obtenu les plus hautes décorations dans les principaux ordres nationaux, celui de la Légion d'honneur, celui du Mérite, des Arts et des Lettres, et plusieurs autres encore ; à quoi s'est ajoutée, au fil des ans, une foule de distinctions étrangères (au point qu'il serait presque plus aisé de dresser la liste des académies qui n'eurent pas l'occasion de l'accueillir que de donner celle des établissements qui se sont honorés de la compter parmi leurs membres).

Il est bien connu, d'autre part, que si elle a mené un ardent combat en faveur de toutes les composantes de la culture littéraire ou même de la culture tout court – on s'en persuadera en relisant ses méditations sur *L'enseignement en péril* après 1968 et, un peu plus tard, sa *Lettre aux parents sur les choix scolaires* (les deux essais ont été réédités ensemble en 1991) ou, dans un registre moins dramatique, ses chroniques de langue française données à un mensuel féminin largement diffusé (ces alertes billets ont eux aussi été réunis en un volume, joliment intitulé *Dans le jardin des mots*).

Jacqueline de Romilly fut essentiellement habitée par une passion qui ne s'est jamais démentie ni même essoufflée : celle de la Grèce antique à travers sa langue, sa littérature et, plus généralement, sa civilisation.

Parler de "passion" dans son cas n'est nullement exagéré, puisque c'est pour *l'amour du grec*, selon son expression, qu'elle a maintes fois pris la plume et la parole, jusqu'à donner naguère (en l'an 2000) ce titre suggestif à un ouvrage collectif publié par ses soins et ceux du très regretté Jean-Pierre Vernant, autre grande figure récemment disparue de l'hellé-

nisme français. Que le Collège de France, au début des années soixante-dix (c'est-à-dire au moment où l'illustre épigraphiste et historien du monde grec qu'était Louis Robert allait prendre sa retraite après trente-cinq ans de domination incontestée), ait pu recruter coup sur coup deux hellénistes de cette taille fait véritablement honneur à l'Assemblée des professeurs d'alors, qui sut voir qu'il n'y avait pas là redondance, mais qu'avec l'enseignement dispensé au Collège par de telles personnalités, ce sont des aspects fondamentaux de l'enquête sur les origines et la nature du "miracle grec" qui (de façon remarquablement complémentaire au demeurant) pourraient être présentés au public ; immense privilège que tous les établissements universitaires d'Europe et d'Amérique devaient envier à notre Maison.

Fidèle aux orientations qui, jusque-là, avaient servi de cadre à sa recherche au sein de l'Institut de grec de la Sorbonne, Jacqueline de Romilly donna à la chaire créée pour elle au Collège un intitulé qui définissait bien ses intentions : "La Grèce et la formation de la pensée morale et politique". Cette réflexion, elle l'avait en effet amorcée – et bien plus que cela, à dire vrai – avec sa thèse retentissante sur *Thucydide et l'impérialisme athénien* (1947) et elle l'avait poursuivie avec un essai plus synthétique sur *Histoire et raison chez Thucydide* (qui a connu trois tirages depuis 1956), en assurant parallèlement, pour la collection des universités de France aux Belles Lettres, la traduction de "L'histoire de la guerre du Péloponnèse" (1953-1972) et en assortissant d'une importante introduction l'édition d'un Hérodote et d'un Thucydide en français (traduits en l'occurrence par d'autres qu'elle) dans un très commode volume de la Pléiade (1964). Ce n'est donc pas un hasard si ses premiers cours ici furent l'occasion de revenir sur cette œuvre fascinante entre toutes qu'est le récit par Thucydide d'une guerre pratiquement contemporaine de l'auteur, pour essayer de cerner au plus près la conception que le grand historien athénien avait, par exemple, du pouvoir ou de la justice – aussi souvent bafouée alors qu'aujourd'hui –, de la démocratie telle qu'elle était mise en pratique de son temps à Athènes et, plus généralement, des divers régimes politiques, ou même de certains traits de la vie économique et sociale. De fait, élargissant encore la perspective dans l'un de ses derniers cours, elle a montré que cet auteur, formé lui-même à l'école des sophistes et des premiers théoriciens de la médecine, était, d'une certaine manière, à la source de toutes les sciences humaines. Plus tard (1990), elle fut encore amenée à publier, sous l'égide du Collège, un attachant petit essai sur *La recherche de la vérité chez Thucydide* et, plus récemment encore (2005), son élève Monique Trédé, professeur à l'ENS, eut l'heureuse initiative de réunir en un fort volume la plupart des mémoires consacrés par Jacqueline de Romilly à cet auteur.

Mais ce serait évidemment donner une image bien étriquée de sa production – et d'abord de ses curiosités – que d'enfermer notre collègue dans la critique (si novatrice et abondante qu'elle ait pu être) d'une œuvre unique. En réalité, elle n'eut jamais le sentiment de trahir ce vieux compagnon de route qu'était pour elle Thucydide en tournant son esprit vers d'autres géants de la littérature grecque et en étudiant leur production avec la même sagacité. N'a-t-elle pas manifesté une empathie au moins égale à l'égard du vieil Homère, dont l'œuvre lui a inspiré plusieurs

ouvrages (ainsi un “Que sais-je” maintes fois réédité), sans parler du portrait moral, si nuancé, qu’elle a su tracer naguère de l’irréprochable adversaire des Grecs rassemblés devant Troie qu’est Hector, le plus attachant sans doute, parce que le plus humain, des héros homériques, défenseur jusqu’au bout d’une cause qu’il sait d’ores et déjà perdue. Et que dire des Tragiques athéniens, que Jacqueline de Romilly n’a cessé, jusqu’à la fin, d’interroger pour mettre en évidence, à travers les mots utilisés, inventés (ou parfois délibérément évités) par eux, l’évolution des modes de pensée d’Eschyle à Euripide ? Plusieurs années durant, ses cours et ses séminaires du Collège – deux types d’enseignement qui, chez elle, étaient, somme toute, assez peu différenciés, si ce n’est que les seconds lui offraient la possibilité de faire plus de place à la lecture directe des textes grecs – furent consacrés à l’étude du développement des notions morales dans la tragédie, à l’expression de *la crainte et de l’angoisse* ou à *l’évolution du pathétique* – pour reprendre les titres de deux de ses ouvrages –, et cela toujours à partir de l’épopée homérique, référence obligée (en ce domaine aussi sa bibliographie est considérable : on se bornera à citer ici sa synthèse de 1995 intitulée *Tragédies grecques au fil des ans*). C’est ainsi qu’elle étudia le contenu et l’emploi chez les poètes tragiques des mots *éleuthéros, éleuthéria*, “libre, liberté”, rencontrant en chemin la notion si importante chez les Hellènes d’“âme divisée” entre des aspirations ou, plus souvent, des devoirs contradictoires. Des thèmes de cette nature l’amenaient tout naturellement à poursuivre son enquête chez les philosophes (même si elle se défendait de faire de la philosophie), à commencer, bien sûr, par ce Platon aux talents littéraires si éclatants duquel elle était extrêmement sensible, voyant en lui le très digne héritier – y compris sur le plan poétique au sens le plus fort de ce terme – des grands créateurs de l’Athènes de Périclès. En fait, comme le montre bien son *Précis de littérature grecque* de 1980 (opportunément réédité en 2002), c’est la lecture de tous les représentants de cette littérature, sans écarter les auteurs de l’époque hellénistique et romaine (même si elle s’aventurait moins volontiers sur leurs traces, tout en reconnaissant leur capacité à renouveler et à transmettre les valeurs propres de l’hellénisme), c’est cette vision globale, disais-je, qui lui permit de retracer l’histoire de diverses notions, les unes singulières, les autres à première vue banales (et pour cette raison fort délaissées par ses devanciers) : par exemple l’exigence, non exclusivement chrétienne, du “pardon” ou cette “douceur” dont elle a montré, dans un ouvrage qui a fait date (*La douceur dans la pensée grecque*, 1979), qu’elle était comme la pierre de touche de la civilisation, chaque époque définissant ses normes en la matière et forgeant au besoin de nouveaux mots pour exprimer son idéal d’humanité ; ainsi en va-t-il du beau mot *philanthrôpia* (littéralement “sentiment d’humanité”, d’où “bonté”, “bienveillance”, etc.), qui, chose remarquable, n’apparaît qu’au début du IV<sup>e</sup> siècle avant J.-C. avec l’historien Xénophon et le rhéteur Isocrate.

Si Jacqueline de Romilly, en raison de sa grande notoriété dans les milieux les plus variés, a forcément été amenée à publier des textes de circonstances, si elle a également, vers la fin de sa vie, produit des œuvres de fiction, en particulier des nouvelles qui témoignent, du reste, d’un sens très vif de la psychologie (et pas seulement féminine !) comme aussi – est-il

besoin de le souligner – d’un réel talent d’écrivain, sa production la plus durable sera sans doute celle qu’elle a consacrée, pendant plus d’un demi-siècle, à ses auteurs de prédilection, Homère, Euripide – le poète psychologue par excellence – et d’abord, bien sûr, Thucydide, sans oublier, on vient de le voir, ses travaux sur l’histoire de maints concepts fondamentaux de la culture hellénique. C’est là que se manifeste peut-être le mieux sa rare aptitude à saisir toutes les harmoniques d’un texte ancien, à le rapprocher de plusieurs autres grâce à son exceptionnelle familiarité avec l’ensemble du corpus littéraire, en même temps que son souci permanent de faire partager à autrui l’éblouissement toujours renouvelé que lui procuraient les chefs-d’œuvre de la Grèce antique.

On ne saurait pourtant dissimuler que, malgré la foi qui continuait à l’animer, Jacqueline de Romilly manifesta, en ses dernières années, une réelle inquiétude sur la transmission et la permanence de l’héritage hellénique dans le monde d’aujourd’hui.

Rien ne le montre mieux que son livre paru au printemps 2010, *La grandeur de l’homme au siècle de Périclès*, qu’elle présente elle-même, *in fine*, comme son testament, du reste dicté et non plus écrit directement de sa main. Elle y dit certes sa reconnaissance pour tout ce qu’elle a elle-même pu retirer du contact quotidien avec les Anciens mais aussi sa souffrance de “voir aujourd’hui se répandre une tendance à s’en désintéresser”, alors que, du fait de la crise actuelle, aucune époque, ajoutait-elle, “n’a eu autant besoin de notre littérature grecque, du talent qu’ont eu les auteurs (...) pour nous offrir cet exemple de réussite, et pour s’émouvoir de diverses façons de tous les merveilles que représente l’existence humaine en dépit des difficultés et des catastrophes”.

Que cette inquiétude soit en partie fondée, qui en disconvientra ? Pourtant, il n’y a nulle raison de désespérer de l’avenir de l’héritage hellénique, qui est, pour l’humanité, une *ktêma eis aiêi*, “une acquisition pour toujours”, selon l’immortelle expression forgée par Thucydide. Même l’enseignement du grec ancien, qui a connu bien d’autres périodes d’étiage mais s’en est toujours relevé, reviendra un jour en force. La disparition de la “Vieille Dame du Quai de Conti” ne marquera donc pas la fin de l’hellénisme français, disons-le avec d’autant plus de conviction que les journalistes – comme toujours avides de simplification – voudront sans doute proclamer le contraire, en croyant rendre ainsi hommage à la défunte. Non, il y a encore en ce pays (et ailleurs aussi, bien sûr) nombre d’excellents hellénistes, y compris parmi les plus jeunes. C’est à eux désormais qu’incombera le devoir de se battre au premier rang (*en promachois*, comme disent les auteurs d’épigrammes funéraires). Puissent-ils le faire avec tout le talent, avec ce don de persuasion, *peithô*, si haut placé dans l’échelle des valeurs helléniques, avec cette passion communicative, “cette ouverture à cœur” (pour reprendre le titre de l’un des romans de Jacqueline de Romilly) qu’aura su y mettre, jusqu’à son dernier souffle, notre très éminente et – pour plusieurs d’entre nous – très chère collègue.



Anselm Kiefer

### L'art survivra à ses ruines

Coll. Leçons inaugurales du Collège de France Paris, Collège de France/Fayard, 2011

Je n'ai foi que dans l'art et, sans lui, je suis perdu. Souvent, j'enferme des tableaux dans l'obscurité d'un container, durant de longues années. Que font les tableaux ainsi enfermés pendant tout ce temps, jusqu'au moment où ils se rappellent à mon souvenir en me faisant signe ? Rien ? Certainement pas, puisqu'ils ont su rassembler des forces pour attirer l'attention sur eux. Après avoir libéré la toile de l'obscurité, je la repeins et une transition s'opère vers un autre état.

L'autodestruction a toujours été le but le plus intime, le plus sublime de l'art, dont la vanité devient alors perceptible. Quelle que soit la force de l'attaque, et quand bien même il sera parvenu à ses limites, l'art survivra à ses ruines.

Né en 1914, le peintre et sculpteur allemand Anselm Kiefer est une figure majeure de l'art contemporain et une de ses personnalités les plus fortes. Ses œuvres, saturées de matière (sable, terre, strates de plomb, suie, salive, craie, cheveux, cendre, matériaux de ruine et de rebut) sont nourries de littérature et de philosophie. Il est professeur associé au Collège de France pour l'année 2010-2011 dans la chaire de Création artistique.

Jacques Nichet

### Le théâtre n'existe pas

Coll. Leçons inaugurales du Collège de France Paris, Collège de France/Fayard, 2011

Nous avons assisté depuis une quarantaine d'années à de singulières métamorphoses théâtrales : elles ont bousculé et renversé hardiment les traditions de l'art dramatique. Comment s'étonner qu'au milieu de tant de modèles divergents, le public parfois s'égaré ? Que voit-il ? Est-ce encore du théâtre ?

Il arrive qu'un spectacle fasse événement en divisant le public et la critique. Un camp attaque le réalisateur au nom de l'art assassiné, l'autre l'acclame au nom de l'art régénéré. Zola a donné, il y a plus d'un siècle, un conseil aux artistes : "Chaque fois qu'on voudra vous enfermer dans un code en déclarant : ceci est du théâtre ceci n'est pas du théâtre, répondez carrément : *Le théâtre n'existe pas. Il y a des théâtres et je cherche le mien.*"

De l'Aquarium (Vincennes) aux Treize Vents (Montpellier), du Théâtre national de Toulouse à la compagnie L'Inattendu, Jacques Nichet a dirigé, vécu ou vu depuis près d'un demi-siècle d'innombrables expériences théâtrales. Professeur associé au Collège de France en 2009-2010 dans la chaire de Création artistique, il livre ici ses réflexions sur quelques-unes de celles qui l'ont le plus ému et marqué.

Ismail Serageldin

### Mobiliser le savoir pour éradiquer la faim

Coll. Leçons inaugurales du Collège de France Paris, Collège de France/Fayard, 2011

Aujourd'hui, près d'un milliard de personnes dans le monde souffrent de la faim. Nous disposons pourtant des moyens techniques et scientifiques pour lutter contre ce fléau. Acteur international majeur des politiques de lutte contre la pauvreté depuis plusieurs décennies, Ismail Serageldin expose ici les causes de la faim, la question de la sécurité alimentaire et la nécessité de transformer l'agriculture mondiale. "Il est temps d'utiliser notre savoir scientifique et les avancées technologiques pour assurer à tous les hommes leur droit humain à la sécurité alimentaire. Il faut transporter les nouvelles technologies du laboratoire au terrain, dans une action mondiale concertée."

Directeur de la Bibliothèque d'Alexandrie (Égypte). Ismail Serageldin a exercé pendant trente ans d'importantes fonctions au sein de la Banque mondiale. Humaniste et érudit, il a toujours montré un engagement inébranlable pour le renforcement de la science en faveur du développement. Il est professeur associé au Collège de France pour l'année 2010-2011 dans la chaire Savoirs contre pauvreté.

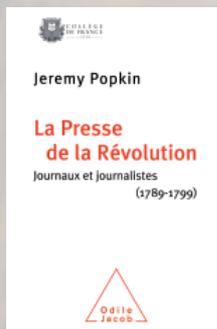
Jean-Marie Tarascon

### L'énergie : stockage électrochimique et développement durable

Coll. Leçons inaugurales du Collège de France Paris, Collège de France/Fayard, 2011

Le stockage et la conversion de l'énergie sont un des grands défis scientifiques des prochaines décennies et un enjeu environnemental majeur. Quels nouveaux matériaux vont permettre de fabriquer des batteries plus efficaces et plus "propres" ? Jean-Marie Tarascon fait le point sur ces questions qui concernent notre avenir et celui de la planète. Il présente notamment les technologies à ions Lithium, l'apport des nanotechnologies, et les recherches visant à l'élaboration de matériaux par des méthodes "bio-inspirées" : l'utilisation de matériaux d'électrodes provenant de la biomasse et obtenus par "chimie verte".

Professeur à l'université de Picardie, Jean-Marie Tarascon est chimiste. Depuis plus de vingt ans, il poursuit des recherches sur le stockage de l'énergie. Il a été pionnier dans le développement de batteries à ions lithium. Depuis juillet 2010, il anime le premier réseau national de recherche et technologie sur les batteries. Il est professeur associé au Collège de France pour l'année 2010-2011 dans la chaire Développement durable – Environnement, énergie et société.



Jeremy Popkin  
**La Presse de la Révolution,  
 Journaux et journalistes  
 (1789-1799)**

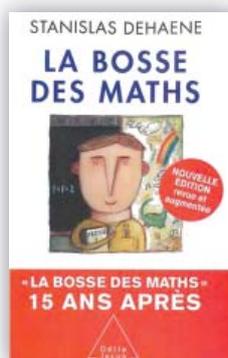
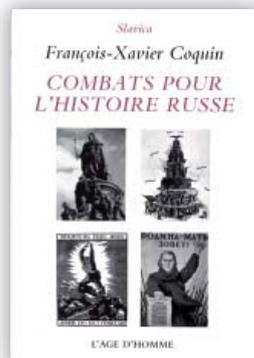
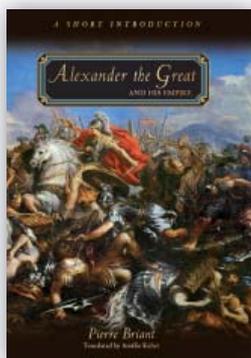
Paris, Odile Jacob / Collège de France, 2011  
 La presse de la Révolution a été la grande innovation qui a distingué 1789 de toutes les grandes crises antérieures et a montré la voie à la politique contemporaine. Sans les journaux, la prise de la Bastille serait peut-être restée une simple émeute !  
 En ce moment unique, la vénérable presse à bras de Gutenberg a en effet rencontré la jeune époque des idéologies de masse. Alors, des individus comme Brissot, Desmoulin, Marat ou Hébert ont pu créer des publications qui non seulement reflétaient leur personnalité, mais ont exercé une véritable influence sur le monde. C'est cette rencontre d'un journalisme individualisé avec la politique de masse qui a fait de la décennie révolutionnaire un chapitre sans pareil dans l'histoire des médias.  
 Malgré la célébrité de quelques-unes de ses figures, la presse de la Révolution a été longtemps traitée comme un phénomène annexe de l'histoire politique ou culturelle. Pour la première fois, le livre de Jeremy Popkin l'envisage dans sa globalité et offre une synthèse vivante et précieuse sur un moment singulier de son histoire, dramatique et éphémère, mais fondateur pour notre modernité politique.  
 Jeremy Popkin enseigne l'histoire à l'Université du Kentucky (États-Unis). Il est l'auteur de plusieurs ouvrages en anglais sur l'histoire de la presse en France et sur la période révolutionnaire.

Édouard Bard (sous la direction de)  
**L'Océan, le climat et nous**  
 Paris, Universcience éditions et Le Pommier, 2011

Les océans couvrent plus de 70 % de notre planète. C'est en eux que la vie est née. Grands "échangeurs" fluides, ils redistribuent, avec l'atmosphère, l'énergie que notre planète reçoit du Soleil, et la rendent habitable. L'histoire des climats montre que les événements climatiques du passé ont modifié la circulation, la chimie et la biologie des océans. À leur tour, ces changements de la "machine océanique" ont transformé le paysage planétaire et modifié les conditions d'existence des êtres vivants sur la Terre. Au cœur des échanges de matière et d'énergie qui animent notre planète, les océans font d'elle un immense système où tout se tient. Or, voici qu'à l'occasion du changement climatique actuel le comportement des océans se modifie à nouveau : réchauffement, modification des courants marins, fonte des glaces, acidification, montée du niveau des mers... Quelles seront les conséquences de ces changements sur les cycles de l'eau et du carbone à la surface du globe, sur la circulation des courants océaniques ? Comment anticiper les impacts pour les populations humaines et les écosystèmes ?  
 Ces questions sont abordées par les experts rassemblés autour du Pr Édouard Bard, titulaire de la chaire d'Évolution du climat et de l'océan au Collège de France depuis 2001 et membre de l'Académie des sciences, dans cet ouvrage publié à l'occasion de l'exposition "Océan, climat, et nous" (Cité des sciences et de l'industrie, avril 2011).

Jacques Bouveresse  
**Que peut-on faire  
 de la religion ?**

suivi de deux fragments inédits de Wittgenstein présentés par Ilse Somavilla  
 Traduction par Françoise Stonborough, Marseille, Collection Banc d'essais, Agone, 2011  
 "Dans le domaine des émotions, déclarait Bertrand Russell, je ne nie pas la valeur des expériences qui ont donné naissance à la religion. Mais pour parvenir à la vérité je ne peux admettre aucune autre méthode que celle de la science." Aux yeux de Wittgenstein, au contraire, l'idéal religieux était la lumière la plus pure par laquelle nous puissions aspirer à être éclairés, et les hommes qui vivent dans la culture de la rationalité conquérante et du progrès indéfini ont besoin d'apprendre que ceux-ci colorent les objets de leur monde d'une couleur déterminée, qui ne constitue qu'un assombrissement.  
 Jacques Bouveresse poursuit la réflexion sur les relations entre raison et croyance religieuse qu'il a engagée dans *Peut-on ne pas croire ?* (Agone, 2007). Il se confronte ici aux idées de deux penseurs majeurs du XX<sup>e</sup> siècle, Bertrand Russell et Ludwig Wittgenstein, pour qui le rejet de toute religion instituée et des diverses formes d'irrationalisme n'est pas incompatible avec une compréhension de l'expérience religieuse.  
 Jacques Bouveresse, professeur au Collège de France, a occupé la chaire de Philosophie de la connaissance de 1995 à 2010.  
 Ilse Sonzavilla, philosophe au Brenner-Archiv (Innsbruck, Autriche), a également édité la correspondance entre Ludwig Wittgenstein et Paul Engelmann, *Lettres, rencontres, souvenirs* (L'Éclat, 2010).



**Pierre Briant**  
**Alexander the Great and his empire**

Translated by Amélie Kuhrt, Princeton University Press, 2010

*Alexander the Great and his Empire* est la version anglaise mise à jour, fortement remaniée et largement augmentée, d'un volume paru originellement dans la collection "Que-sais-je" (n° 622) pour la première fois en 1974, puis en 1976, 1988, 2002 et 2005, et déjà traduit en plusieurs langues européennes ainsi qu'en chinois et en japonais. L'édition américaine inclut une préface spécifique (p. XI-XX), et un appendice original consacré à un bilan prospectif de l'histoire d'Alexandre, y compris de ses composantes achéménides (*The history of Alexander to-day : a provisional assessment and some future directions*, p. 153-185). Le livre a été distingué par la revue en ligne *Choice: Current Reviews for Academic Libraries*, qui l'a inclus dans sa liste annuelle (2010) des *Outstanding Academic Titles*. Pierre Briant, professeur au Collège de France, occupe depuis 1999 la chaire d'Histoire et civilisation du monde achéménide et de l'empire d'Alexandre.

**François-Xavier Coquin**  
**Combats pour l'histoire russe**  
 Lausanne (Suisse), Éditions l'Âge d'Homme, 2011

Intitulé *Combats pour l'histoire russe*, ce recueil, qui puise aux sources russes originales et qui rend ainsi à la Russie voix au chapitre, aurait pu aussi bien s'intituler *Plaidoyer pour l'histoire russe* : non pas pour une histoire accusatrice ou partisane mais pour une histoire indépendante, contradictoire, et objective, autant que faire se peut. En multipliant les points de vue sur le passé de la Russie, objet des partis pris les plus contradictoires, l'ouvrage ne se borne pas à rappeler certains épisodes significatifs de l'histoire

russe, mais il s'efforce également de les replacer dans le contexte culturel et socio-politique qui était le leur. Il permet au lecteur, en l'introduisant dans les coulisses mêmes des événements, de juger sur pièces et de reconsidérer ou de remettre en question ses certitudes sur l'histoire de ce pays.

Puisse cet ouvrage favoriser une meilleure compréhension mutuelle entre les deux moitiés d'un continent toujours séparées par un mur d'incompréhension et d'ignorance réciproques, et convaincre ses lecteurs que faire sa place à la Russie ne signifie nullement affaiblir ni diviser l'Europe, mais au contraire l'enrichir.

François-Xavier Coquin, professeur au Collège de France, a occupé la chaire d'Histoire moderne et contemporaine du monde russe de 1993 à 2001.

**Stanislas Dehaene**  
**La bosse des maths**  
 Paris, Éditions Odile Jacob, 2011

*La Bosse des maths* a été écrit dans le but de rassembler les données sur l'arithmétique et le cerveau pour montrer qu'elles délimitaient un champ de recherche nouveau et prometteur. J'espérais également jeter quelques lumières sur un débat philosophique ancien, celui de la nature des objets mathématiques. Cette controverse, souvent cantonnée à la métaphysique, gagnait à être réexaminée sous un angle biologique, en considérant comment notre architecture cérébrale nous permet de créer des mathématiques. Si une deuxième édition s'impose aujourd'hui, c'est que depuis quinze ans, ce domaine de recherche a connu une forte impulsion. La cognition numérique est devenue un domaine important des sciences cognitives. Le concept de nombre en reste un pilier, mais la recherche s'est étendue en direction de l'algèbre et de la géométrie. Des questions

simplement effleurées dans *La Bosse des maths* sont devenues des axes majeurs d'étude : le sens des nombres chez l'animal, l'imagerie cérébrale de l'arithmétique, la "dyscalculie" chez les enfants...

Cette seconde édition est conçue comme un jeu de poupées russes : elle inclut le texte original, mais l'entoure de références nouvelles et d'une postface qui décrit les découvertes remarquables des dernières années.

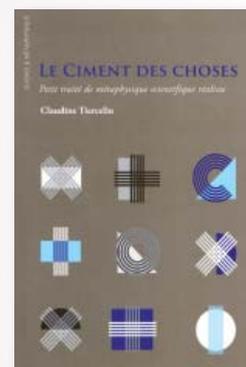
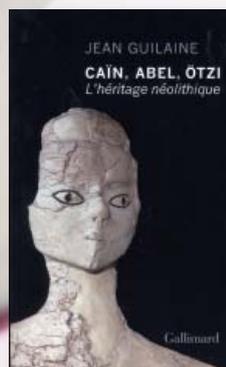
Stanislas Dehaene, professeur au Collège de France, occupe depuis 2006 la chaire de Psychologie cognitive expérimentale.

**Mireille Delmas-Marty**  
**Vers une communauté de valeurs ?**

Les forces imaginantes du droit (IV)  
 Paris, Éditions du Seuil, Coll. La couleur des idées, 2011

Dernier volet des *Forces imaginantes du droit* (cours professé au Collège de France durant six années), ce volume s'attache à l'examen d'une question: comment oser parler de communauté de droit à l'échelle d'une planète livrée aux affrontements, à la violence et à l'intolérance? Et comment concevoir les contours d'une communauté de valeurs par-delà la diversité des cultures et l'opposition des intérêts? Explorant d'une part les interdits fondateurs (crimes internationaux), d'autre part les droits fondamentaux (droits de l'homme et biens publics mondiaux), Mireille Delmas-Marty n'entend pas éradiquer les différences mais relativiser le relativisme. À la recherche d'une communauté de sens, dans la perspective d'un humanisme nouveau, pluriel et ouvert, elle montre que le droit peut contribuer à nourrir l'idée de bien commun.

Mireille Delmas-Marty, professeur au Collège de France, occupe depuis 2002 la chaire d'Études juridiques comparatives et internationalisation du droit.



Michael Edwards  
**Le Bonheur d'être ici**

Paris, Éditions Fayard, 2011

“Le bonheur nous hante, comme un beau souvenir ou un rêve, comme une perte et une promesse.” Tels sont les premiers mots de Michael Edwards qui nous propose de réfléchir à des manières contrastées de concevoir la vie sur terre, résumées dans deux expressions : le bonheur d'être ici (Claudel) et n'importe où hors du monde (Baudelaire). Faut-il situer le bonheur dans un ailleurs, au risque de dévaloriser la Terre et de rejeter le cadeau, le présent, qui nous est fait ? Ou approfondir le bonheur de l'ici, dans l'espoir de trouver l'infini dans l'inépuisable fini, et de voir chaque être, chaque objet irradié par l'inconnu, le neuf, le possible ? Comment la littérature, la peinture et la musique découvrent-elles et chantent-elles ce bonheur, au sein d'un monde aussi malheureux et malade ?

Dans cet essai qui renoue avec *De l'émerveillement*, Michael Edwards nous invite à méditer sur le plaisir de la poésie et de l'art, en commentant notamment des œuvres de Rousseau, Proust, Valéry, Whitman, Manet ou Haendel. Mais il s'attarde aussi de façon originale sur l'enfer de Dante, la joie dans L'Écclésiaste ou tout simplement sur l'extase du passant sur le pont des Arts.

Michael Edwards, professeur au Collège de France, a occupé la chaire d'Étude de la création littéraire en langue anglaise de 2003 à 2008.

Jean Guilaine  
**Caïn, Abel, Ötzi**  
**L'héritage néolithique**

Paris, Gallimard, 2011

Vers la fin des temps paléolithiques, au terme de près de trois millions d'années d'histoire, l'humanité change brusquement de façon de vivre : des groupes de chasseurs-cueilleurs font l'expérience de la sédentarisation,

renforcent l'aspect végétal de leur diète, commencent à manipuler céréales et animaux et se transforment peu à peu en agriculteurs et en éleveurs. Le néolithique a commencé.

Pour Jean Guilaine, ce moment de basculement n'est pas tant une fin qu'un commencement : étalé suivant les régions d'environ -12 000 à -3 000, il ouvre les portes de l'histoire et pose le socle initial de nos sociétés. Car ces populations, désormais rurales, sont assez vite confrontées à la plupart des problèmes des communautés historiques : pulsions démographiques, politiques de colonisation, implantation de frontières, maîtrise de la nature, luttes pour le pouvoir, conflits intervillages... Trois noms symbolisent cette révolution : Caïn, le premier agriculteur, Abel, le premier berger, et Ötzi, alias Hibernatus ou l'Homme des glaces, peut-être le premier... tueur en série. Pour l'auteur, cet éventail de rôles délivre la leçon du néolithique. Bien investi, régulé, le milieu est le meilleur auxiliaire de l'homme; mais pressions démographiques, appât du profit, stratégies économiques pour vivre aux dépens des plus faibles entraînent une exploitation exacerbée de l'environnement et un monde aux tensions permanentes. Jean Guilaine, professeur au Collège de France, a occupé la chaire de Civilisations de l'Europe au Néolithique et à l'Âge du Bronze de 1995 à 2007.

Claudine Tiercelin  
**Le Ciment des choses**

Petit traité de métaphysique scientifique réaliste

Coll. Sciences et métaphysique Paris, Les Éditions d'Ithaque, 2011

Que savons-nous de la réalité ? Peu de choses, voire rien du tout, si l'on en croit l'idéalisme et le relativisme ambiants, qui n'épargnent pas les scientifiques. *Le Ciment des choses* montre que c'est tout le contraire. À condition d'utiliser à bon escient

l'analyse conceptuelle et de recourir aux sciences empiriques dans un esprit réaliste et non positiviste, *notre connaissance de ce qui est* – qu'il reste opportun de nommer “métaphysique” – est légitime et même indispensable. L'ouvrage indique la méthode à adopter et quelques pistes à poursuivre. Refusant la représentation classique d'un univers contingent de substances atomisées et passives, il soutient l'idée d'un réel foncièrement dynamique de capacités, de dispositions et d'interactions causales régies par des lois, plus proche aussi de l'image que nous renvoie aujourd'hui les sciences de la nature. Sans se laisser piéger par les illusions d'une métaphysique en apesanteur, mais sans céder non plus aux mirages d'une métaphysique à prétentions scientistes, ce livre défend le projet d'une métaphysique scientifique réaliste et rationaliste ; il s'efforce d'éviter les excès auxquels conduisent aussi bien l'humilité que l'arrogance et explore les conditions d'une réconciliation raisonnée entre la philosophie de la nature et la philosophie de l'intellect.

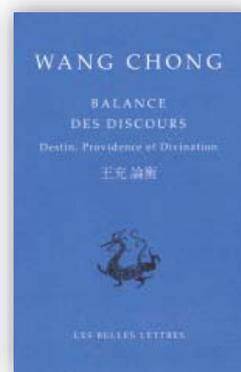
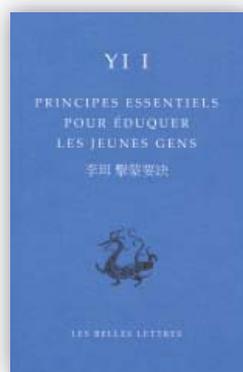
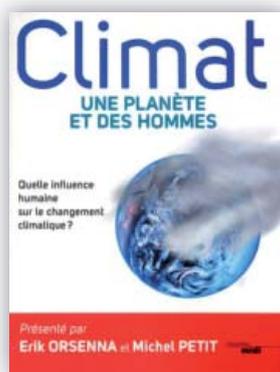
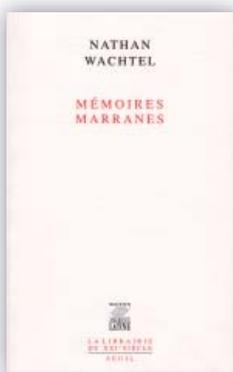
Claudine Tiercelin, professeur au Collège de France, occupe depuis 2011 la chaire de Métaphysique et philosophie de la connaissance.

Nathan Wachtel  
**Mémoires marranes**

Coll. La librairie du XXI<sup>e</sup> siècle Paris, Éditions du Seuil, 2011

Une mémoire marrane encore vivante se perpétue obstinément au Brésil, plus de cinq cents ans après la conversion forcée, jusque dans les terres arides du Nordeste, dans le lointain et mythique sertão.

Je suis parti à la recherche de traces des judaïsants d'autrefois, de vestiges d'un passé si ancien, si occulté, en cet autre bout du monde, en ces immenses déserts de broussailles et d'épines, prédestinés en quelque sorte à tous les exils.



Entre mémoire et oubli, j'ai pu entrevoir combien la condition marrane s'accompagne au fil du temps de représentations et réactions ambivalentes, tant positives que négatives, à l'égard de l'héritage juif : soit la foi du souvenir et la vénération des martyrs, soit le déni des ancêtres qui ont transmis à leurs descendants le stigmate de leur "sang impur". C'est d'un double processus que se compose la mémoire marrane, de deux mouvements antithétiques (mais non exclusifs car ils peuvent fort bien coexister parmi les membres d'une même famille, voire chez le même individu) : d'un côté, fidélité persévérante malgré les bûchers, de l'autre, volonté de fusion et recherche de l'oubli (ce qui ne signifie pas disparition totale du champ de la mémoire). Or le Brésil, au cours de son histoire, a offert et offre aujourd'hui encore des conditions particulièrement favorables à l'un comme à l'autre phénomène.

Nathan Wachtel, professeur au Collège de France, a occupé la chaire d'Histoire et anthropologie des sociétés méso- et sud-américaines de 1992 à 2005.

Ouvrage collectif

## Climat, une planète et des hommes

Paris, Éditions du Cherche midi, 2011

Alors que le changement climatique nous concerne tous, la virulence des débats nous étonne. Pourquoi le doute, voire la méfiance, se sont-ils installés face à la réalité du réchauffement climatique et de l'influence des activités humaines sur ce phénomène ? Comment les "climato-sceptiques" sont-ils allés jusqu'à remettre en cause des faits établis et faire passer les chercheurs du Giec pour des imposteurs ? Chacun d'entre nous a besoin d'informations objectives pour se forger sa propre opinion.

À l'initiative du Club des Argonautes, 26 chercheurs français de renom international ont décidé, avec cet ouvrage de répondre à cette attente légitime.

Ouvrage collectif sous la direction de Michel Petit et Aline Chabreuil.

Ont notamment contribué à cet ouvrage : Édouard Bard, Yves Coppens et Emmanuel Le Roy Ladurie.

Yi I

## Principes essentiels pour éduquer les jeunes gens

Bibliothèque chinoise  
Collection dirigée par Anne Cheng et Marc Kalinowski  
Paris, Les Belles Lettres, 2011

Le *Kyōngmong yogyōl* ("Principes essentiels pour éduquer les jeunes gens") est l'un des textes les plus célèbres du corpus éducatif néo-confucéen coréen. Rédigé en 1577 par le haut-fonctionnaire et éminent lettré Yi I (1536-1584), cet ouvrage joua un rôle fondamental dans le processus dit de confucianisation de la Corée qui a constitué un phénomène sans commune mesure en Asie Orientale tant par son ampleur que sa radicalité. De style concis et didactique, le *Kyōngmong yogyōl* se présente comme un abrégé de l'éthique confucéenne. Rédigé à l'origine pour un usage privé, il devient peu à peu l'un des textes de référence de l'éducation des élites et du prince héritier à partir du XVIII<sup>e</sup> siècle. Le texte, divisé en dix chapitres, suit le paradigme de la Grande Étude, l'un des Quatre Livres au statut canonique du néo-confucianisme. Ces dix chapitres sont organisés selon une progression allant de la culture de soi (sphère individuelle) à la participation active et raisonnée à la vie sociale et politique (sphères familiale et sociale). En dépit de nombreuses éditions et rééditions du XVII<sup>e</sup> siècle à nos jours, le texte n'a pas été l'objet de modifications significatives. En raison de son contenu, de son style et de son histoire, le *Kyōngmong yogyōl* est

sans conteste un Classique du néo-confucianisme coréen, considéré dans sa dimension de tradition intellectuelle autant que dans sa dimension de phénomène social.

Wang Chong

## Balance des discours

Destin, Providence et Divination

Bibliothèque chinoise  
Collection dirigée par Anne Cheng et Marc Kalinowski  
Paris, Les Belles Lettres, 2011

La *Balance des discours* (*Lunheng*) est un recueil d'essais du penseur des Han orientaux, Wang Chong (27-100 ?). Le but de l'auteur était de mettre sur la balance les opinions et les mœurs de son temps pour inciter les hommes à plus de sagesse et de sens. Avec Wang Chong, on pénètre au cœur de la mentalité des lettrés des Han, de leurs habitudes et des mouvements d'idées qui les agitaient. Ses connaissances encyclopédiques, son sens de l'observation et son goût de l'exemple concret font aussi l'ouvrage un réservoir inépuisable d'informations sur la cuite et la société chinoises anciennes. Les vingt-cinq traités traduits dans la présente anthologie sont organisés autour de trois thèmes – destin, providence divination – qui forment un ensemble cohérent. Il est difficile en effet d'aborder la question du destin chez Wang Chong sans empiéter sur le terrain de la providence, ni de parler des présages indépendamment de sa conception de l'action du Ciel dans monde, de même que ses vues sur la divination et la magie ne peuvent se comprendre sans faire appel à sa théorie du destin. La mise à l'index de la *Balance des discours* au XII<sup>e</sup> siècle par les lettrés des Song sous la double accusation d'un manque de révérence à l'égard de Confucius et d'une complaisance affichée pour le taoïsme en a fait un écrit souvent qualifié de marginal. Redécouvert au XX<sup>e</sup> siècle, Wang Chong passe dès lors pour champion d'un rationalisme critique à la chinoise.



Par-delà les excès de l'ère maoïste où il est érigé en parangon du matérialiste anti-confucéen, sa défiance à l'égard des idéologies, son pessimisme teinté d'ironie, sa philosophie vitaliste enfin et son rejet de toute intelligence divine : tout cela confère à ses écrits un pouvoir décapant qui les rend attractifs et finalement proches de nous.

Henri Leridon et Ghislain de Marsily (sous la direction de)

### Démographie, climat et alimentation mondiale

Académie des sciences - rapport sur la science et la technologie n° 32  
Paris, EDP sciences, 2011

L'humanité trouvera-t-elle de quoi nourrir 9 milliards d'hommes en 2050, dans un contexte climatique probablement plus difficile ? L'inquiétude n'est pas nouvelle, mais la croissance démographique s'est emballée dans la seconde moitié du XX<sup>e</sup> siècle, et la crainte d'une crise alimentaire mondiale est réapparue.

Certes, les progrès des technologies agricoles ont permis, au plan global, de maintenir le niveau nutritionnel moyen pendant les années de la "Révolution verte", mais la situation restait loin d'être satisfaisante, puisque environ 850 millions de personnes étaient sous-alimentées au début du XXI<sup>e</sup> siècle. Or de nouvelles inquiétudes se font jour : les surfaces cultivables ne sont plus guère extensibles, la productivité des sols atteint des niveaux qui risquent de les endommager de façon irréversible, les prix de l'énergie et des intrants indispensables à l'agriculture moderne sont à la hausse... Et les perspectives de changements climatiques ne sont pas rassurantes. De nouveaux progrès technologiques permettront-ils de dépasser, une fois encore, les contraintes naturelles et démographiques ? Cet ouvrage rappelle d'abord ces contraintes démographiques, climatiques et environnementales qui pèseront sur la disponibilité de ressources à l'horizon 2050, et traite ensuite des facteurs d'évolution de

la demande alimentaire, des moyens techniques et économiques d'y faire face, et enfin des conditions d'un équilibre possible. Une synthèse est proposée en début de volume. Des recommandations y sont faites, destinées aux pouvoirs publics français pour les éclairer sur leur politique nationale et internationale, mais aussi à la société civile, qui est concernée car les problèmes ne sont pas seulement scientifiques ou technologiques: ils mettent aussi en jeu les comportements individuels des producteurs et des consommateurs. Trois domaines où il faut agir sans tarder sont mis en valeur : la nutrition et les habitudes alimentaires, puis la démographie, et enfin l'économie mondiale et le commerce international. Les recommandations portent ensuite sur la production agricole et les questions d'environnement puis sur la prévention, l'anticipation et la gestion des situations de crise, hélas quasi inévitables.

Helmut Seng, Michel Tardieu (sous la direction de)

### Die Chaldaeischen Orakel: Kontext – Interpretation – Rezeption

Heidelberg, Universitätsverlag Winter, 2011

Le livre publié par Hans Lewys au Caire en 1956, *Chaldaean Oracles and Theurgy. Mysticism, Magic and Platonism in the later Roman Empire*, a stimulé plus qu'aucun autre ouvrage la recherche sur les oracles chaldéens. Pour le cinquantième anniversaire de sa publication, un congrès a été organisé à Constance en 2006. Le présent volume reprend les contributions données à cette occasion.

Elles éclairent le contexte philosophico-religieux et littéraire des oracles chaldéens, entre les images chaldéennes de l'époque de la monarchie romaine et la théosophie de Tübingen.

Plus généralement, leur interprétation historique et systématique, comme la question de l'auteur et la problématique du monisme, nécessitent des reconstitutions plus larges, comme l'exégèse concrète de textes particuliers (notamment sur Hécate et sur la foi, la vérité, l'amour et l'espérance). Le spectre élargi de leur réception par les auteurs païens et chrétiens de l'Antiquité tardive (Iamblichus, Proclus) et du Moyen Âge (Michel Psellos, Nicéphore Gregoras), ainsi que par des poètes ésotériques de l'ère moderne tels que W. B. Yeats et E. Pound complètent l'interprétation et la compréhension des oracles chaldéens.

# 31

La Lettre du Collège de France  
juin 2011 – n° 31

Directeurs de la publication :  
Pierre CORVOL  
Administrateur du Collège de France  
et Florence TERRASSE-RIOU  
Directrice des Affaires culturelles  
et relations extérieures

Direction éditoriale :  
Marc Kirsch, Marie Chéron,  
Patricia Llegou

Conception graphique :  
les pistoleros

Crédits photos :  
Couverture : Petr Znachor, Institute  
of Hydrobiology, eské Budějovice,  
Czech Republic. Tenth Prize, 2008  
Olympus BioScapes Digital Imaging  
Competition®  
© Collège de France, Patrick Imbert

ISSN 1628-2329

Le Collège de France  
11, place Marcelin-Berthelot  
75231 Paris cedex 05

Impression : ADVENCE

## MANIFESTATIONS

6 et 7 juin 2011

L'énergie : enjeux socio-économiques et défis technologiques

organisé par le Pr Jean-Marie Tarascon

23 et 24 juin 2011

L'épistémologie du désaccord

organisé par le Pr Claudine Tiercelin

22, 23 et 24 juin 2011

Le tournant "animaliste" de l'anthropologie

organisé par le Pr Philippe Descola

23 et 24 juin 2011

Lecture et usage de la *Grande Étude*

organisé par le Pr Anne Cheng

## CONFÉRENCES

18, 25 mai, 1<sup>er</sup> et 8 juin 2011  
11 h

David FREEDBERG

Art History and Neuroscience: the Challenge for the Humanities

25 mai, 17h00, 1<sup>er</sup> juin 2011  
11 h

Chris FRITH

1. What is social about social cognition?
2. The cognitive basis of hallucinations and delusions

7, 14, 21 et 28 juin 2011  
17 h

Anthony GRAFTON

The Culture of Correction in Renaissance Europe

8 juin 2011  
17 h

Alberto CANTERA

La cérémonie du Visperad

14 et 21 juin 2011  
15 h

Andrew CLELAND

Images of quantum light  
How to be in two places at the same time?

## EXPOSITIONS

avril 2011 > juin 2012



Océan, climat et nous

L'exposition dévoile les clés scientifiques pour comprendre les phénomènes physico-chimiques de l'Océan dans sa relation au climat. Elle aborde les grandes questions actuelles et place l'Homme devant sa responsabilité face à la nature. "L'océan doit être préservé non seulement pour sa splendeur, mais surtout parce que la survie de nos sociétés en dépend."

Édouard Bard, commissaire scientifique

Cité des sciences & de l'industrie  
30 av Corentin Cariou  
75019 Paris

mai 2011 > septembre 2011



Ofuda : images gravées des temples du Japon

Cette exposition présente près de deux cents images religieuses japonaises telles qu'elles étaient distribuées aux pèlerins dans les temples bouddhiques. Choies parmi le millier que comporte la collection Bernard Frank de l'Institut des Hautes études japonaises du Collège de France, elles permettent de découvrir un aspect peu connu de la religiosité populaire japonaise, où bouddhisme et shintô se trouvent étroitement mêlés.

mai – sept 2011

musée Guimet  
19, av. d'Iéna  
75116 Paris



Convertir l'eau en hydrogène, vecteur d'énergie  
Enjeu de travaux menés sous la direction du Pr Fontecave,  
chimie des processus biologiques

TOUTE L'ACTUALITÉ [www.college-de-france.fr](http://www.college-de-france.fr)



COLLÈGE  
DE FRANCE  
—1530—

11, place Marcelin-Berthelot 75231 Paris cedex 05

4€