

# Science

# 18

# connection

## La base polaire belge devient une réalité



# sommaire

## Cartographie

p.2 Dessine-moi l'Europe

## Archéologie

p.6 Lapita et tapa :  
l'héritage de la  
première colonisation  
austro-nésienne de  
l'Océanie

## Nature

p.10 Ouvrir la « boîte  
noire » du bois africain

p.15 L'importance des  
forêts tropicales dans  
la séquestration du  
carbone et la gestion du  
climat

## Art

p.19 La Belgique en vues  
d'optique

## Infrastructure

p.22 Un nouveau réseau  
pour la connaissance  
mondiale

## Art

p.25 L'art Nouveau en  
Europe : un patrimoine  
à sauvegarder

## Base polaire

p.28 Un été aux accents de  
pôle sud

## Opinion

p.32 Le Jardin botanique  
national doit rester  
l'outil de tous

## Ailleurs

p.34 Les musées du monde :  
Munich

## Anniversaire

p.38 Les Jeunesses  
scientifiques de  
Belgique fêtent leur  
50<sup>e</sup> anniversaire

## Web

p.39



Ouvrir la  
boîte noire  
du bois africain

**10**



La Belgique  
en vues d'optique

**19**



Un nouveau réseau  
pour la connaissance  
mondiale

**22**



Opinion

**32**



La recherche en héliophysique  
en Belgique



# Le rôle de la Politique scientifique fédérale dans l'étude de la problématique des changements climatiques

Le 12 octobre dernier, le prix Nobel de la paix 2007 a été attribué conjointement au GIEC (le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) et à Al Gore « pour leurs efforts de collecte et de diffusion des connaissances sur les changements climatiques provoqués par l'homme et pour avoir posé les fondements pour les mesures nécessaires à lutte contre ces changements ».

La Politique scientifique fédérale se félicite de ce prix décerné à une Institution partenaire et de cette marque d'intérêt témoignée à l'égard d'une problématique qu'elle étudie dans toutes ses facettes depuis 20 ans.

En avril de cette année, la Politique scientifique fédérale avait en effet organisé la réunion plénière du groupe de travail II du GIEC à Bruxelles.

En matière de changements climatiques, la Politique scientifique fédérale développe une expertise depuis plusieurs années qui couvre :

- l'étude du « système climat » et de son évolution. Le continent Antarctique est à cet égard considéré comme l'un des terrains de prédilection. Cela explique la création, par la Politique scientifique fédérale et la Fondation polaire internationale, d'une nouvelle base belge en Antarctique ;
- les liens entre le climat et la dynamique de l'atmosphère ;
- l'analyse des impacts des changements climatiques sur différents secteurs d'activités et sur des écosystèmes vulnérables, en Belgique et ailleurs ;

- le support au développement de stratégies de réduction des émissions de gaz à effet de serre et d'adaptation aux changements climatiques.

Pour rappel, depuis le milieu des années 90, plus de 25% du budget total des programmes de recherche en appui à une politique de développement durable mis en œuvre par la Politique scientifique fédérale sont affectés à des études sur les changements climatiques.

Cela correspond aujourd'hui à la mobilisation de plusieurs dizaines d'équipes réparties dans toutes les universités du pays, dans des centres de recherche régionaux et au sein des Établissements scientifiques fédéraux que sont l'Institut royal météorologique, l'Institut d'aéronomie spatiale de Belgique, le Musée royal de l'Afrique centrale et l'Institut royal des sciences naturelles de Belgique.

Il convient d'ajouter la participation très importante de la Politique scientifique fédérale :

- au programme d'Observation de la Terre et au développement d'équipements satellitaires liés à l'étude du climat ;
- au financement d'une série de projets de recherche liés notamment aux secteurs thématiques du transport et de l'énergie et qui contribuent indirectement au support aux politiques de réduction des gaz à effet de serre.

© Shutterstock





# Dessine-moi l'Europe

Carte de l'Europe extraite de la première édition complète de « l'Atlas » (1595) de Gérard Mercator (1512-1594), parue à Düsseldorf peu de temps après le décès du grand cartographe.  
© KBR

## Formatting Europe – Mapping a Continent, dix siècles de cartes de l'Europe dans les collections de la Bibliothèque royale de Belgique

**D**epuis des lustres, l'homme représente le monde qui l'entoure sur des cartes. Poussé par sa curiosité, il cherche un moyen de s'orienter afin de découvrir et de maîtriser son environnement. Il tente de reproduire les contours et les frontières du fragment de monde qui lui est connu, qui lui appartient ou qu'il veut conquérir. L'homme, européen, voit ensuite ses connaissances du monde s'accroître sans cesse, sa géographie évoluer au rythme des découvertes et ses frontières au rythme de l'histoire. Dès lors, la représentation cartographique d'un continent se modifie au gré de ces découvertes et changements géographiques, tout en s'adaptant constamment aux connaissances techniques contemporaines de la cartographie. L'exposition *Formatting Europe - Mapping a Continent* présente l'Europe sous toutes ses coutures et met en lumière l'évolution de sa représentation cartographique du XI<sup>e</sup> au XX<sup>e</sup> siècle, soit une rétrospective de 1000 ans.

Les cartes, comme les livres, racontent une histoire. Pour deux cartes représentant chacune le même lieu, l'histoire racontée

peut être très différente. La forme d'une carte dépend du cartographe, de ses connaissances, de ses capacités techniques et artistiques, mais aussi du public auquel il s'adresse et donc du message qu'il souhaite ou qu'il doit faire passer.

Les *portulans* par exemple, des cartes destinées à la navigation, réalisées à partir du XIII<sup>e</sup> siècle en Italie, représentaient assez précisément les lignes côtières, les ports, les îles, les directions des vents, mais sans offrir de renseignements sur l'intérieur des terres. En toute logique, les cartographes se concentraient sur ce qui pouvait être utile aux navigateurs. De façon plus générale, il convient de souligner que la précision n'est pas toujours la préoccupation première des cartographes, que cela soit hier ou aujourd'hui. Dans une discipline se voulant avant tout utilitaire, l'exactitude scientifique ne constitue qu'un paramètre parmi d'autres. Les cartes dressées peuvent être thématiques : allégoriques, politiques, touristiques, économiques, avec un degré de précision qui peut varier sensiblement.



Bartolomeo Lasso, Carte des côtes européennes, ca 1588. Les coins de ces cartes sont souvent perforés de traces de clou, ce qui atteste de leur fréquente utilisation en mer. © KBR

Parce qu'elles témoignent de l'évolution de l'homme, des connaissances et des mentalités, les cartes constituent des documents historiques précieux. Un exemple remarquable est celui des cartes « T-O ».

Au Moyen Âge, la cartographie connaît une période de déclin en Europe. L'Église impose sa vision. Considérant que la Terre est plate et entourée d'eau, elle rejette la rotondité que Pythagore avait dessinée dès le VI<sup>e</sup> siècle avant Jésus-Christ. La mer est alors représentée comme un cercle « O » entourant le monde divisé, en forme de « T », en trois continents : l'Afrique, l'Asie et l'Europe. Dans cette miniature illustrant une carte T-O, un personnage est figuré dans chaque continent. Ce sont les fils de Noé qui, selon la vision biblique, après le déluge, recevront chacun une partie du monde : *Africa* pour Cham, *Asia* pour Sem et *Europa* pour Japhet. Cette miniature, issue d'un livre manuscrit de Jean Mansel, receveur de Philippe le Bon à Hesdin, compte sans doute parmi les représentations les plus fines et imagées d'une carte T-O.

À partir du XVI<sup>e</sup> siècle, la cartographie scientifique se veut et se fait plus précise. Considéré comme le fondateur de la cartographie moderne, Gérard Mercator effectue des avancées scientifiques remarquables dans la figuration du monde. Grâce à un système de projection, il parvient, de façon très précise, à représenter le monde sur une surface plane. Les nombreuses cartes qu'il réalisera seront regrou-



Très schématique, cette mappemonde dessinée sur un folio d'un manuscrit de l'abbaye d'Egmond contenant Salluste (XI<sup>e</sup> siècle), représente le monde en trois parties. © KBR

Miniature représentant une carte T-O illustrant le folio 281 v du livre manuscrit « La fleur des histoires » de Mansel, XVe siècle © KBR

## Le Portugal dans le monde aux XVI<sup>e</sup> et XVII<sup>e</sup> siècles

À l'occasion de la présidence portugaise du Conseil de l'Union européenne, le Palais des Beaux-Arts (BOZAR) marche sur les traces des grands explorateurs portugais. Les peintures, statues, manuscrits, cartes, livres et autres curiosités rassemblés dans l'exposition *Autour du globe* offrent une image particulièrement riche du « nouveau monde » alors en gestation.

C'est au milieu du XV<sup>e</sup> siècle que les premiers navigateurs aventureux ont hissé les voiles à la recherche de nouveaux mondes et de grands trésors. Assez rapidement, l'Empire portugais s'est étendu des Açores jusqu'au Timor

oriental, à travers les routes commerciales longeant les côtes du Brésil, de l'Afrique occidentale, du Sri Lanka, de l'Indonésie, de la Chine et du Japon. Tous ces contacts, tous ces voyages ont naturellement favorisé l'échange de connaissances, de techniques et d'idées, autant de sources d'inspiration pour des œuvres d'art originales et uniques, certaines destinées à l'exportation, d'autres à un usage local.

Autour du globe rassemble quelque 180 œuvres d'art extraordinaires qui explorent l'unité et la diversité des cultures ayant contribué à l'empire commercial du Portugal. Les diffé-

rentes sections de l'exposition sont consacrées chacune à un pays : le Portugal, le Brésil, l'Afrique occidentale et centrale, l'Océan Indien, la Chine et le Japon.

Dédié au Portugal, le grand volet de l'exposition traite du contexte historique et scientifique des voyages de découvertes portugais. Cette section met en avant l'échange de connaissances avec les peuples que les Portugais ont rencontrés lors de leurs expéditions, et l'impact révolutionnaire des découvertes portugaises sur la vision européenne du monde. Cartes et instruments de navigation, manus-

pées et formeront un Atlas. Mercator est le premier à employer ce terme qui désignera désormais un recueil de cartes. Un atlas allait offrir le grand avantage d'être très facilement utilisable par rapport aux globes beaucoup moins pratiques à transporter. Par ailleurs, Gérard Mercator réalise « la grande carte murale de l'Europe », première carte

de grand format de ce continent. C'est sur cette « grande carte » que se base la carte de l'Europe présente dans la première édition complète de son *Atlas* (illu p. 2). De la « grande carte », il ne subsiste à ce jour aucun exemplaire original complet. Heureusement, des fac-similés ont été soigneusement conservés.

Carte satirique de l'Europe, 1855.  
© KBR



crits rarissimes et premiers livres imprimés emmènent les visiteurs dans le sillage des explorateurs et rappellent à quel point le savoir géographique des Portugais s'est rapidement étendu.

Enfin, il y a également une section contemporaine qui aborde – à travers des œuvres de notamment Berry Bickle, Ernesto Neto, João Pedro Vale et Antonio Ole – la thématique de la globalisation actuelle.

Parmi les pièces les plus remarquables d'Autour du globe, citons : une Kunstkammer d'objets exotiques rassemblés par les Habsbourg, les Médicis

et d'autres grandes familles aristocrates ; des cartes du monde uniques dues à des cartographes portugais et florentins du XVI<sup>e</sup> siècle ; des cornes de chasse décorées et de merveilleuses salières provenant d'Afrique ; des calices de nacre Indiens avec des bords somptueux d'or et d'argent ; des crucifix aux gravures complexes du Sri Lanka ; une peinture à l'huile gigantesque montrant un cannibale brésilien ; de curieux écrans Namban du Japon ; une grande tapisserie représentant la découverte de l'Inde...



## À visiter :

Autour du globe  
Du 26 octobre 2007 au 3 février 2008  
(mar > dim : 10.00 > 18.00 ; jeu > 21.00)  
Palais des beaux-arts de Bruxelles  
[www.bozar.be](http://www.bozar.be)

Discipline aux multiples facettes, la cartographie peut se faire moins sérieuse, comme l'illustre cette carte satirique sur laquelle les pays sont représentés par un animal, un objet typique ou un personnage. Tandis qu'un immense ours figure la Russie, l'Italie est symbolisée par un chien qui court coiffé de la tiare papale et l'Irlande fume la pipe. La Belgique, plus discrète dans le contexte politique européen de l'époque, n'est flanquée d'aucun signe ou attribut aussi distinctif que ceux des autres pays.

À la source d'un apprentissage, la cartographie peut être très didactique, comme le montre éloquemment cette carte scolaire. Pratiquement, elle était utilisée en classe et devait donc être affichée sur les murs. On remarque que les frontières des pays ont été soulignées au moyen de traits de couleurs très épais. De cette façon, la carte pouvait être lisible par tous les élèves. Une fois encore, c'est son utilité qui a déterminé son style.

Ces différents atlas et cartes ne sont que quelques exemples parmi les pièces qui seront mises à l'honneur durant cette exposition. Le thème européen sera décliné au travers de toute la diversité et la richesse des collections de la Bibliothèque royale : cartes manuscrites, cartes imprimées, estampes, pièces et médailles. Globalement, l'accent sera porté sur les cartes générales de l'Europe, que quelques cartes de détails viendront compléter. Présentées chronologiquement, ces cartes de style et d'usage très différents donneront une vision surprenante de l'évolution géographique du continent et de sa représentation. Cette exposition sera assortie d'un catalogue et d'une journée d'étude consacrée à l'histoire de la cartographie de l'Europe. En participant, notamment par cette exposition, à la commémoration de la signature des Traités de Rome du 25 mars 1957, acte fondateur de l'Union

européenne, la Bibliothèque témoignera ici de l'histoire de la cartographie européenne d'hier en attendant de découvrir celle de demain, celle de cette union, en constante évolution.

Aline Duvivier

## À lire :

BRACKE W., DANCKAERT L., DE CANDT, C., SILVESTRE, M.,  
*Formatting Europe, Mapping a Continent, Bibliothèque royale de Belgique, Bruxelles, 2007.*

## À visiter :

*Formatting Europe – Mapping a Continent : Focus sur l'Europe et l'image de ses frontières.*  
17 novembre 2007 au 8 février 2008 (lun > sam : 10.00 > 17.00), dans le cadre de *Europalia.europa*, festival d'art organisé à l'occasion du 50<sup>e</sup> anniversaire de l'Union européenne.



Carte scolaire de l'Europe dressée d'après le système de L.J.V. Gérard, 1864. © KBR

Tapa non décoré, Polynésie occidentale. ET 35.5.48.  
Raoul Pessemier,  
MRAH ©.

# Lapita et tapa

## l'héritage de la première colonisation austronésienne de l'Océanie

**A**u retour de ses deux voyages dans le Pacifique, Jules Dumont d'Urville proposa en 1831 à la Société de géographie à Paris une organisation de cet océan en quatre parties. Cette nomenclature et cette partition subsistent encore aujourd'hui : la Polynésie (étymologiquement : îles nombreuses), la Micronésie (îles très petites) et la Mélanésie (îles noires, en référence à la couleur de peau des autochtones). La Malaisie, à l'origine comprise dans l'Océanie, a par la suite été rattachée à l'Asie. Cette division, basée sur des critères subjectifs, reste ancrée dans le vocabulaire, malgré l'introduction au début des années 1990 de dénominations plus correctes que sont l'Océanie Proche (de la Papouasie – Nouvelle-Guinée aux îles Salomon) et l'Océanie éloignée (le reste : Vanuatu, Samoa, Polynésie française, Nouvelle-Zélande...).

Pendant le Pléistocène, à partir de 40.000 ans avant notre ère, a lieu le premier peuplement, venu du nord-ouest, d'une partie de l'Océanie formant alors le super continent Sahul. Cette colonisation, en migrations successives, couvrira la totalité de l'Océanie Proche mais elle n'ira pas plus loin. Les peuples pléistocènes, qui parlent des langues papoues, n'atteindront jamais l'Océanie éloignée. Cette dernière restera non peuplée jusqu'à l'arrivée des Austronésiens, partis de Taïwan vers 3.000 avant J.-C. et ancêtres des peuples Lapita.

### Les Lapita, premiers colonisateurs austronésiens du Pacifique

Durant la première moitié du deuxième millénaire avant J.-C., de nouveaux arrivants débarquent sur les plages de l'archipel Bismarck (Papouasie – Nouvelle-Guinée). Grands navigateurs, ces nouveaux venus amènent avec eux leur culture et leur langage austronésien. Leur rencontre dans l'archipel Bismarck avec les groupes autochtones papous aboutira à la culture Lapita. Ce sont ces peuples Lapita qui coloniseront le reste de l'Océanie en à peine 450 ans : Vanuatu, Fidji, Samoa, Polynésie française, ...

Ce que nous appelons « Lapita » en archéologie est une culture matérielle caractérisée par une tradition céramique à décor réalisé par de petits peignes dentés, comparables aux peignes de tatouage polynésiens. Les fouilles réalisées dans les divers archipels océaniques ont mis au jour un grand nombre de tessons ainsi que d'autres objets : hameçons, ornements en coquillages, trous de poteaux qui forment les plans de villages, ... Les recherches ont permis de faire rapidement progresser notre connaissance de l'histoire ancienne de cette partie du monde.

À l'heure actuelle, la plupart des chercheurs spécialisés dans l'Océanie affirment que les Austronésiens, et donc, des grou-

pes Lapita par la suite, ont exporté la production de tapa (étouffe d'écorce battue) et le tatouage lors de leurs migrations. Les Austronésiens auraient essayé ces pratiques ou, plus largement, certaines de leurs particularités, de la Nouvelle-Guinée à la Polynésie orientale.

Le projet de recherche « Écorces battues de Polynésie occidentale et de Mélanésie », financé en 2006-2007 par la Politique scientifique fédérale et exécuté par les Musées royaux d'art et d'histoire, se propose d'examiner le rapport entre céramique Lapita, tapa et tatouage au moyen, entre autres, de l'étude de l'ornementation et ceci, afin de déterminer l'impact et l'héritage de la culture Lapita sur les cultures océaniques postérieures dites ethnographiques.

### Le tapa, étouffe d'écorce battue

Avant la colonisation européenne de l'Océanie, les peuples du Pacifique ne fabriquaient pas d'étouffe tissée. Le tapa, étouffe d'écorce battue, l'équivalait en tous points. Il avait les mêmes fonctions utilitaires, symboliques et esthétiques. Produit collectivement et majoritairement par les femmes, le tapa était fabriqué en grande quantité selon des techniques qui ne différaient guère d'un archipel à l'autre.

Faire un tapa consiste à réaliser une étouffe non tissée en récoltant l'écorce interne de végétaux, le liber, et en la battant pour l'amincir et l'agglomérer. Les fibres textiles sont alors soudées par leur matière gommeuse et peuvent être réunies en panneaux pour former une plus grande pièce, décorée ou non. La fabrication proprement dite débute avec l'extraction du liber qui est nettoyé et raclé pour ôter le latex. On le fait ensuite tremper dans de l'eau pour une durée qui varie entre quelques heures et plusieurs jours, si la fermentation est désirée. Après le séchage, la pâte obtenue est martelée pour être amincie et étendue, à l'aide de battoirs en bois ou, plus rarement, en pierre. Un tronc ou un canoë retourné servent d'enclume. Après le battage, une nouvelle phase de séchage est nécessaire, les pièces étant maintenues étirées avec des cailloux. Pour réaliser une étouffe de grandeur considérable, les différents morceaux sont collés l'un à l'autre, soit avant la décoration, soit simultanément.

Matière essentielle dans la vie des Océaniens, les fonctions du tapa le rendaient présent dans toutes les activités de la société. Le produit fini, en deux dimensions, est essentiellement transformé en vêtements quotidiens ou festifs (pagnes, tuniques, capes pour se protéger de la pluie, « ponchos », chapeaux, ceintures, langes...) et en objets utilitaires (tentures, moustiquaires, couvertures, décorations murales, tapis...). Moins systématiquement, des objets tridimensionnels sont également rencontrés : masques, boucliers et figures anthropomorphes. Ces pièces possèdent une ossature en bois sur laquelle est tendu le tapa.

L'usage du tapa était courant et/ou cérémoniel. Comme les tapa destinés à l'usage privé, les pièces des domaines public et rituel (les cadeaux matrimoniaux, les voiles de mariage, les tentures cérémonielles, les capes divines montrant que le dieu était bien présent dans la statue, les suaires, les linceuls, les habits lors des rites de passage...) étaient conçues par la communauté. Le tapa avait une valeur d'offrande et d'échange, pas celle de monnaie. L'enrichissement matériel n'était pas le but poursuivi. Celui-ci était plutôt d'établir des rapports complexes entre individus.

### L'ornementation

La grande majorité des tapa fabriqués en Océanie n'étaient pas décorés ci-contre. Seules les pièces colorées, réservées à des occasions particulières, ont été conservées dans les musées, parfois avec difficulté en raison de leur fragilité et de leur taille. Le tapa n'a pas été conçu pour durer. C'est donc un fait assez exceptionnel que ces pièces soient parvenues jusqu'à nous.

Les méthodes de décoration sont nombreuses. Certaines sont communes à l'ensemble du monde océanien comme la peinture à main levée (ci-dessous). D'autres sont spécifiques à une région. Par exemple, l'utilisation d'une matrice, sorte de mécanisation de la production (p. 8), et le bain de teinture sont pratiqués essentiellement en Polynésie occidentale

*Tapa au décor exécuté à main levée, Samoa. ET 38.15.51. Raoul Pessemier, MRAH ©.*





*Tapa décoré à la matrice,  
Polynésie occidentale.  
La technique de la matrice  
procède d'une mécanisation  
de la décoration. On utilisait,  
soit une matrice souple en  
végétaux au décor en relief,  
soit une matrice rigide en  
bois aux motifs en relief  
ou en creux. Pour faire  
apparaître les dessins, les  
matrices ou les tapa sont  
enduits de matière colorée  
à l'aide d'un chiffon, à la  
manière d'un ballon  
d'imprimeur. ET 4164,  
Raoul Pessemier,  
MRAH ©.*

(Samoa, Tonga, Fidji, ...). Nous pouvons aussi distinguer la décoration au pochoir, spécifique aux îles Fidji (p. 9), le découpage de motifs aux îles Cook, le dessin de lignes parallèles à l'aide de bambous à pointes, caractéristique des îles Hawaïi ou l'impression d'un quadrillage à Futuna, réalisé à l'aide d'un outil coupé dans une côte de feuille de coco (p. 9).

Les matières colorées proviennent à la fois des mondes végétal et minéral. Les pigments sont mélangés à de l'eau ou de l'huile pour composer la teinture. Selon les espèces, la couleur naturelle du liber varie du blanc au jaune brunâtre. Les matières colorantes aux tons « naturels » sont privilégiées : les bruns, les ocres, les rouges, les jaunes et les noirs. Le vert, des sucres végétaux, et le bleu sont rarement utilisés.

Dans certaines régions, les tapa sont occasionnellement enduits d'huile parfumée.

L'ornementation des tapa est extrêmement variée. En Polynésie, quelques constantes et éléments communs, dus à l'origine unique des peuples de cette région, ont pu être dégagés. En Mélanésie, en revanche, la diversité étant bien plus importante, l'étude des motifs n'a pas encore fait l'objet

d'examen spécialisés. La plupart du temps, les dessins des écorces battues ont été décrits selon des références européennes. La dénomination occidentale de ces motifs (chevrons, sabliers, pales de moulin à vent...) ne signifie rien pour les Océaniens. De plus, les éléments de dessin sont parfois erronément considérés comme géométriques par les chercheurs alors qu'à l'origine, ils représentaient des filets de pêche, des trochus (coquillage), des fleurs de pandanus et de bananier, des scolopendres...

Une partie des motifs, leur disposition en registres et leur combinaison se retrouvent sur la céramique Lapita et dans le tatouage. C'est ce domaine que le projet de recherche se propose d'étudier, en se basant, entre autres, sur les tapa conservés dans les collections belges.

### Double collection

Les Musées royaux d'art et d'histoire (MRAH) et le Musée royal de l'Afrique centrale (MRAC) conservent, à l'heure actuelle, deux collections d'une totalité de cent neuf écorces battues océaniques. Ces deux ensembles formaient à l'origine une seule et même collection, conservée au Cinquantenaire. Les premières pièces, originaires d'Hawaï,

ont probablement été acquises au tout début du XX<sup>e</sup> siècle mais dateraient du siècle précédent. Les dons et achats se sont régulièrement succédé jusqu'à ce que la collection de départ soit répartie, à partir de 1967, entre les deux institutions, en suite du souhait des autorités de faire du Musée de Tervuren une sorte de Musée de l'Homme belge. S'ensuivirent alors une série d'échanges de pièces entre les deux musées visant à rationaliser les domaines d'études et l'organisation des collections. Après la partition définitive en 1978-1979, chaque ensemble de tapa a connu un destin isolé : la cinquantaine provenant de Mélanésie et d'une partie de la Polynésie occidentale est conservée au MRAC à Tervuren tandis que le restant, issu de toute la Polynésie, se trouve dans les réserves des MRAH. Les difficultés relatives à l'exposition (conditions de conservation, fragilité des pièces etc) et l'espace important nécessaire impliquent que seule une dizaine d'exemplaires sont exposés dans les salles permanentes du Cinquantenaire. Deux pièces sont visibles au MRAC. Le projet Action 1 permet donc d'étudier des collections importantes mais peu connues du grand public. De plus, l'angle d'approche est original et novateur.

La recherche « Écorces battues de Mélanésie et de Polynésie occidentale » conduira non seulement à préciser les connexions entre les premiers colonisateurs de l'Océanie insulaire et les cultures ethnologiques telles que les navigateurs européens les ont découvertes à la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle mais encore à fournir une synthèse sur la production de tapa en Mélanésie. Plus ponctuellement, un catalogue des collections des MRAH et du MRAC paraîtra en guise de clôture de la première partie du projet de recherche.

**Madeleine Brilot**



*Tapa décoré au pochoir, îles Fidji. ET 38.15.52.  
Raoul Pessemier, MRAH ©.*



*Tapa, Futuna. Le motif très fin en « escaliers » est typique de cette île. ET 93.1. Raoul Pessemier, MRAH ©.*

*Rhizophora mucronata*  
à Gazi Bay, Kenya.  
Photo N. Schmitz © MRAC.

# Ouvrir la boîte noire du bois africain

## La biologie du bois : la recherche sur le matériau le plus sûr et le plus complexe

Le bois est, dans la nature, le tissu le plus présent. Partout où il ne fait pas extrêmement sec ou froid, les plantes ligneuses déterminent le paysage : elles y sont les composantes dominantes de la végétation. Même là où la croissance naturelle a fait place à l'agriculture et aux habitations, il est difficile de supprimer les arbres et les arbustes du paysage. Pensons simplement aux avenues bordées d'arbres ou aux arbustes décoratifs de notre environnement citadin. Et parce que les arbres et les arbustes sont composés principalement de bois, celui-ci est, quantitativement parlant, le matériau le plus important de la nature vivante. De plus, l'association homme-bois a toujours été extrêmement forte depuis les temps les plus reculés. Ce lien n'est pas relâché aujourd'hui. Le bois nous est si familier qu'on n'y prête plus attention. Pourtant, il reste au niveau mondial le matériau de construction le plus utilisé. De nombreux objets de notre environnement quotidien sont faits entièrement ou partiellement de bois. Sans oublier le papier, né lui aussi de la forêt et qui n'est autre que du bois transformé. Dans les pays en voie de développement, le bois est en outre la source d'énergie la plus importante.

Le bois est aussi un matériel organique d'une complexité inimaginable, tant sur le plan chimique que physique et biologique. Bien qu'il connaisse un nombre invraisemblable d'applications, et ce depuis des dizaines de milliers d'années, on est loin d'en connaître toutes les propriétés et il est impossible de mettre en valeur tout son potentiel ou d'éviter les utilisations erronées.

Le bois tend à gonfler lorsque l'humidité augmente et à rétrécir au séchage ; il peut aussi se fendre ou se tordre. Ce sont là ses propriétés physiques, dont l'étude relève de la technologie du bois. La biologie du bois s'intéresse quant à elle aux caractéristiques apparaissant au cours des processus biologiques de la croissance de l'arbre. Parmi ces caractéristiques anatomiques, celles qui, déterminées par les gènes, présentent une faible variabilité, permettent l'identification des essences utilisées pour toute une série d'objets d'art, de commerce ou d'industrie, mais aussi de pièces archéologiques et de fossiles. D'autres présentent une grande variabilité, qui est le reflet de l'environnement dans lequel l'arbre grandit. Parmi elles, certaines, à faible fréquence, peuvent correspondre à une station précise, la qualité d'un sol par exemple, et renvoient peu au vécu de l'arbre. D'autres, en revanche, montrent une haute fréquence : leur variabilité suit le rythme dicté par le milieu changeant (les conditions météorologiques, le degré de pollution, la radioactivité présente dans l'atmosphère...) et permet de reconstituer, année après année, l'environnement que l'arbre a connu. Leur lecture et leur analyse fait l'objet d'une sous-discipline de la biologie du bois : la dendrochronologie. Celle-ci décrypte donc la mémoire de l'arbre à partir de variables anatomiques du bois à haute fréquence, dont la plus connue est l'épaisseur des cernes de croissance. La plupart des études dendrochronologi-



Échantillonnage de la zone cambiale de *Milicia excelsa* (iroko) à Luki, RDC.  
Foto M. Ngoma © MRAC.

ques ont dès lors pour objet l'épaisseur des cernes annuels et, en termes mathématiques, reviennent à une analyse de séries temporelles. La dendrochronologie a ses propres concepts et ses méthodes, ainsi que ses périodiques, ses forums et groupes de recherche, tant officiels que privés, qui s'y consacrent entièrement. Il s'agit donc d'une discipline scientifique à part entière, dont les applications les plus connues sont la datation des objets d'histoire de l'art et les reconstitutions climatiques, qui obtiennent régulièrement des résultats retentissants.

### La dendrochronologie tropicale : un défi de taille

L'étude des profils de croissance des arbres tropicaux constitue un véritable défi. En effet, les cernes de ceux-ci, lorsqu'ils sont présents, sont rarement nets et leur caractère annuel n'est pas toujours certain, loin s'en faut. Le fait est qu'on sait peu de choses sur le rythme de croissance des arbres tropicaux. Pourtant, ces cernes renferment aussi une information sur les changements climatiques. De plus, ils en renferment une autre, fondamentale pour définir un plan de gestion forestière axé sur la séquestration durable du CO<sub>2</sub> ou sur la production durable de ce matériau naturel particulièrement précieux qu'est le bois tropical. La seule manière d'acquiescer cette information est de mener une étude approfondie des traces que le bois a conservées de sa croissance.

La dendrochronologie tropicale est le thème central de la recherche menée au laboratoire de biologie du bois du Musée royal de l'Afrique centrale. Dans le cadre du programme AFRODENDRO (subsidé par la Politique scientifique fédérale), tout est mis en œuvre pour que s'accomplisse une étape importante par le décodage des informations écologiques pertinentes contenues dans le bois des arbres tropicaux. Pour ce faire, des méthodes ont été empruntées à l'anatomie végétale et à l'analyse numérique, mais aussi à la chimie isotopique. Plusieurs institutions belges (*Universiteit Gent* et *Vrije Universiteit Brussel*) et étrangères (*Forschungszentrum Jülich* et *Universiteit Wageningen*) y collaborent. Le matériel de recherche provient du xylarium de Tervuren et un travail de terrain s'effectue en mangrove, en forêt claire *miombo* et en forêt tropicale dense.

L'observation de l'anatomie  
du bois nécessite un  
laboratoire de microtomie  
où sont préparées les coupes.  
Photo C. Van Poucke 2006  
© MRAC.



### La mangrove, véritable laboratoire de dendrologie tropicale

Le défi de la dendrochronologie tropicale est énorme. Les forêts tropicales s'étendent encore sur un territoire couvrant des centaines de millions d'hectares, avec des milliers d'espèces d'arbres, chacune comportant des caractéristiques propres la plupart du temps très différentes de celles du nombre réduit d'arbres poussant en forêt tempérée. Les arbres tropicaux ne font pratiquement pas l'objet d'études scientifiques. Sous les tropiques, les conditions écologiques sont très diverses et les types de végétation changent radicalement lorsqu'on passe de la forêt tropicale dense à la forêt de montagne, à la forêt claire ou aux différentes savanes – qui, ne l'oublions pas, sont aussi composées d'arbres et d'arbustes répartis sur un tapis graminéen. « La » forêt tropicale n'existe pas.

Un type de forêts, très particulier, relativement « gérable » en ce qui concerne l'étude, est la mangrove, qui croît en eau saline, le long des côtes tropicales. La température y est élevée toute l'année, le terrain est vaseux puisqu'il est inondé régulièrement par une eau de mer peu houleuse ; elle reçoit par ailleurs un apport d'eau douce. Les mangroves sont constituées d'un nombre relativement restreint d'espèces distribuées sur un territoire assez réduit, et un gradient écologique y domine : celui de la teneur en sel de l'eau du sol. Tout cela les destine au développement de méthodes qui pourront, dans une phase ultérieure, être adaptées à un contexte plus large.

Le laboratoire de biologie du bois effectue dans les mangroves (principalement dans la Gazi Bay, au Kenya) une recherche intensive sur la circulation de l'eau dans les arbres et les traces que celle-ci laisse dans le bois, traces qui concernent avant tout l'anatomie du bois, même si la concentration en isotopes stables du carbone et de l'oxygène semble également être un indicateur de tout grand intérêt.

La teneur en sel des sols des mangroves dépend de la fréquence des inondations du site, de l'évaporation d'eau de mer qui s'ensuit et de l'importance de l'eau douce apportée par les pluies et les rivières. À proximité de la mer, les arbres sont inondés deux fois par jour et la teneur en sel de l'eau du sol est pratiquement constante et égale à celle de l'eau de la mer : à peu près 34 ‰. À mesure qu'on se dirige vers l'intérieur des terres, les arbres sont de moins en moins souvent inondés et on assiste à une accumulation de plus en plus forte de sel dans le sol. En effet, l'évaporation de l'eau de mer fait monter la concentration en sel et, pour cette même raison, la teneur en sel est plus basse durant la saison des pluies que durant la saison sèche.

Or, le bois est constitué essentiellement de fibres apportant rigidité, de conduits assurant la conduction de la sève, et de parenchyme assurant un large éventail de processus biochimiques. La recherche biologique du bois dans les mangroves a révélé clairement, pour la première fois, que la densité des vaisseaux est révélatrice de la teneur en sel du sol. Un système vasculaire dense est avantageux en situation de stress, lorsque le transport de l'eau dans l'arbre est mis en danger. À même titre que la sécheresse, une forte concentration en sel favorise la formation de bulles d'air dans les tissus de conduction, ce qui peut bloquer la circulation de la sève. Lorsque le bois contient davantage de vaisseaux, les chances de survivre aux conditions difficiles s'en trouvent augmentées. Les vaisseaux des arbres des mangroves semblent se densifier à mesure que la concentration en sel du sol augmente, de même que lors du passage de la saison des pluies à la saison sèche. C'est ainsi que le palétuvier *Rhizophora mucronata* forme une bande de bois plus sombre durant la saison des pluies, qui correspond à une moindre densité de vaisseaux, et une bande de bois clair durant la saison sèche, pour une plus forte densité. Ces cernes, qui ont pour origine des variations saisonnières, ont donc bien un caractère annuel et

ouvrent dès lors des perspectives intéressantes en matière d'analyse des cernes annuels et de reconstitution des climats.

## De l'anatomie à l'atome

Si la mémoire de l'arbre peut être lue dans l'anatomie de son bois, sa composition chimique peut fournir, elle aussi, des informations d'un intérêt certain. Les cellules du bois sont composées essentiellement de carbone, d'oxygène et d'hydrogène. Une petite fraction de chacun de ces éléments comporte plus de neutrons que ne l'indique le tableau de Mendeleïev, ce qui les rend plus lourds : ce sont les isotopes, qui peuvent être stables ou radioactifs. La composition isotopique de minuscules fragments (20 µm d'épaisseur) de cernes annuels prélevés sur des palétuviers montre clairement un modèle cyclique : lors du passage de la saison des pluies à la saison sèche, apparaît systématiquement un pic de concentration de carbone et d'oxygène lourds ( $^{13}\text{C}$  et  $^{18}\text{O}$ ). Les cernes de croissance des palétuviers se laissent très aisément discerner lorsqu'on observe leur composition isotopique à haute résolution. La question est de savoir ce que la recherche livrera sur les grands arbres de la forêt tropicale.

## Un pic bien utile

Le bois ne contient pas que des isotopes stables. Ainsi, par exemple, le fameux  $^{14}\text{C}$ , extrêmement important pour les datations archéologiques, et dont la concentration dans l'atmosphère dépend du champ magnétique de la terre, de l'activité des taches solaires, de la combustion des combustibles fossiles et des essais de bombes nucléaires. Suite aux essais nucléaires, justement, cette concentration a atteint un pic en 1962-1963 et s'est graduellement réduit depuis lors. Les arbres absorbant le carbone – et donc le carbone radioactif – et le fixant dans leur bois, on observe ce pic atmosphérique dans les cernes du monde entier, ce qui constitue un repère intéressant pour la dendrochronologie tropicale. Lorsque l'incertitude plane sur le caractère annuel des cernes d'un arbre, le processus consiste à retrouver ce pic dans le bois et compter les cernes formés depuis. C'est ainsi qu'il est apparu que les cernes du wengé, le bois noir congolais, sont souvent, mais pas toujours, annuels.

## Les arbres du *miombo* : véritables stations météorologiques

La forêt *miombo* est une forêt claire (les couronnes des arbres ne se touchent pas et les feuilles tombent durant la saison sèche) couvrant un territoire immense (plus grand que la forêt dense humide) du Sud-Est africain. Ici, les cernes annuels semblent bien marqués, même s'il n'est possible de les distinguer qu'à travers une étude anatomique effectuée au microscopique. Les cernes des arbres du *miombo* sont intéressants par l'information climatologique qu'ils contiennent. Il semble que les précipitations des mois de décembre et janvier soient déter-

minantes pour leur largeur qui, inversement, peut être traduite en chiffres de précipitations et, de cette façon, faire office d'instrument d'observation météorologique pour les lieux et les périodes où ceux-ci font défaut. Cela est d'un grand intérêt pour une analyse approfondie du phénomène El Niño.

## Luki: bastion de la foresterie tropicale

Actuellement, le projet AFRODENDRO consacre le plus fort de son attention à la forêt tropicale semi-caducifoliée de la région de Mayombe, à l'ouest du Congo, et plus précisément à la réserve de Luki. Celle-ci a connu, dans l'immédiat après-guerre, ses heures de gloire dans le domaine de la recherche sur la forêt tropicale lorsqu'un certain nombre de techniques forestières y furent développées. En collaboration avec l'ERAIFT (École régionale post-universitaire d'aménagement et de gestion intégrés des forêts et territoires tropicaux) de Kinshasa et le WWF, le MRAC y a installé un laboratoire de recherche en productions forestières, dont le bois. La recherche se concentre principalement sur des analyses de croissance d'arbres, notamment en vue de documenter le dossier de la séquestration du  $\text{CO}_2$  qui préoccupe de plus en plus les organisations internationales et la Banque mondiale. La réserve de Luki offre de fabuleuses opportunités de recherches, pertinentes tant pour le développement d'une région appauvrie que pour de grands débats internationaux.

Entandrophragma utile (sipo) dans la réserve de Luki, RDC. Photo H. Beeckman © MRAC.



Coupe transversale de Milicia. Photo H. Beeckman © MRAC.



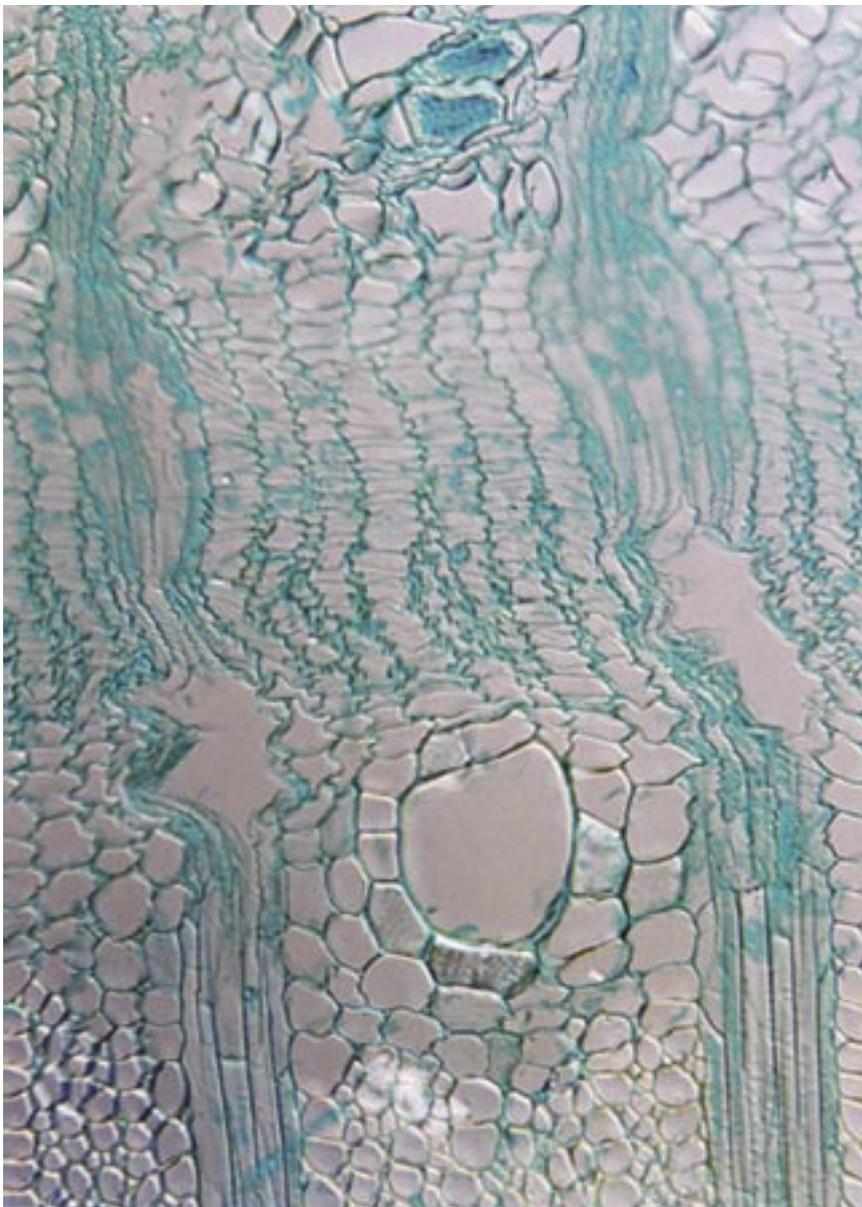
La partie de la xylothèque du musée de Tervuren située au rez-de-chaussée, classée par ordre alphabétique. Photo C. Van Poucke 2006 © MRAC.

## La xylothèque de Tervuren, deuxième collection de bois au monde

Une xylothèque est une collection botanique composée exclusivement d'échantillons de bois et de préparations et matériel photographique s'y rapportant. Une xylothèque peut être séparée ou non d'un herbier, qui est sans doute le type le plus connu de collection botanique. Il est bien sûr important de disposer des graines, des fruits, des fleurs et des feuilles pour vérifier l'authenticité des spécimens, mais par delà l'identification taxonomique, une xylothèque a bien d'autres raisons d'être. Le bois étant d'une extrême importance et dans la nature et dans la culture matérielle, une xylothèque fournit un matériel d'étude pour diverses disciplines scientifiques telles que la technologie, l'écologie, la physiologie, la systématique des plantes, l'histoire de l'art, l'archéologie et la paléontologie. La xylothèque de Tervuren contient des échantillons provenant

Coupe transversale de la zone cambiale de *Milicia excelsa* (iroko).

Photo H. Beeckman © MRAC.



de 60 000 spécimens appartenant à 13 600 espèces de plantes ligneuses, originaires du monde entier. Une grande partie de sa base de données est disponible sur Internet.

Elle contient essentiellement de l'information sur les entités taxonomiques (les espèces, ou les taxons en général) et le matériel concret (les spécimens ou les échantillons). Outre les noms scientifiques, elle reprend pas moins de 71 983 noms vernaculaires et/ou commerciaux, ce qui la destine également au commerce et à l'industrie. Il n'est pas rare que le flou plane sur une dénomination commerciale ou qu'une espèce connue circule sur le marché sous un nom peu ou pas connu.

**Hans Beeckman, Ilse Boeren, Camille Couralet, Maaïke De Ridder, Nele Schmitz, Wim Tavernier, Benjamin Toirambe et Anouk Verheyden**

### Plus :

La xylothèque :

[www.metafro.be/xylarium](http://www.metafro.be/xylarium)

### À lire :

Beeckman, H., Collections du MRAC. Bois. 2007. Tervuren : MRAC, 112 p.

### À visiter :

Touchons du bois ! Bois et forêt de l'Afrique

*Un lieu impénétrable, suffocant, où le danger guette à tout instant : telle est, pour beaucoup, la forêt africaine. Les récits épiques des premiers explorateurs, les aventures de Tintin au Congo et le mythe de Tarzan ne sont bien sûr pas étrangers à cette image.*

*L'exposition Touchons du bois ! propose un tout autre récit. Celui des forêts aux multiples formes où les gens vivent, habitent et travaillent. Celui des forêts dont nous dépendons tous pour un climat vivable et, ne l'oublions pas, pour le bois, cette matière précieuse et recherchée. Le récit, aussi, de cette forêt fragile dont la gestion durable exige de nombreuses informations scientifiques. L'appel est lancé, touchons du bois...*

*Observer la forêt d'un satellite et regarder au cœur du bois à travers un microscope ; écouter le récit du bois d'une pirogue, de masques, de sièges, de statues, d'instruments, du châssis d'une fenêtre, du bois producteur d'énergie ; débattre sur l'avenir de la forêt et son rôle dans notre propre chance de survie ; participer à des projets créatifs ou à des ateliers de musique, toucher du bois au sens littéral, sentir la texture du limba et de l'iroko, l'odeur du sapelli, contempler le zebrano : l'exposition, c'est aussi tout ça.*

Du 05.10.2007 au 31.08.2008 (mar > ven : 10.00 > 17.00 ; week-end : 10.00 > 18.00)

# L'importance des forêts tropicales

## dans la séquestration du carbone et la gestion du climat

Les 26 et 27 février 2007 derniers s'est tenue à Bruxelles la Conférence internationale sur la gestion durable des forêts en République démocratique du Congo (RDC) sous les auspices du Secrétaire d'État de la Coopération au développement et du Musée royal de l'Afrique centrale (MRAC). Cette conférence a rassemblé de nombreux intervenants afin d'élaborer d'ambitieux plans visant à une meilleure protection

et une gestion plus durable du patrimoine forestier de la RDC. Les attentes étaient élevées. Des compensations financières importantes sont en effet attendues pour la fonction de régulation du climat exercée par la forêt tropicale. Dans cet article, nous nous attacherons plus profondément à comprendre le service global rendu par la forêt à l'environnement et les instruments d'indemnisation potentiels.

*Forêt africaine*  
© MRAC / KMMA



© KMMA

## Rôle biophysique dans la régulation du climat

Les forêts tropicales exercent une double influence sur le climat terrestre. Grâce à la photosynthèse, elles peuvent en effet retenir le plus important gaz à effet de serre, le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>). Celui-ci peut toutefois être à nouveau libéré par la respiration ou le brûlage direct. Les forêts tropicales sont-elles une source ou un puit de carbone ? Grâce à leurs caractéristiques spectrales et à l'évapotranspiration, elles interviennent peut-être également directement dans la régulation thermique de la terre. Les forêts tropicales forment-elles l'air conditionné de Gaïa ?

### Source de carbone ou puit de carbone ?

Depuis le début de la révolution industrielle, la concentration atmosphérique du CO<sub>2</sub> a augmenté de 280 à 360 ppm. La combustion des énergies fossiles en est la principale cause, mais on oublie souvent que les modifications d'affectation du sol entraînent encore toujours 20 à 25% des émissions totales de dioxyde de carbone. Le déboisement annuel de 10 à 15 millions d'hectares de forêts tropicales en est le principal problème. Ces forêts contiennent en effet des réserves énormes de carbone séquestré dans la biomasse et le sol. Après destruction des forêts, le CO<sub>2</sub> atteint l'atmosphère : très rapidement en cas de brûlage ; plus lentement en cas de décomposition microbienne des débris. On avance souvent que les sols des forêts vierges contiennent peu de carbone. C'est effectivement le cas pour les maigres sols sablonneux du bassin de l'Amazonie, mais pas pour les sols marécageux des forêts tropicales africaine et asiatique. Une étude récente, commandée par Wetlands International, a démontré que le déboisement des forêts marécageuses d'Indonésie au profit de plantations de palmiers à huile non seulement brûlait la biomasse forestière, mais drainait également le terrain, entraînant lentement mais sûrement une minéralisation des couches de tourbe épaisses de plusieurs mètres. Si on comptabilise également ces émissions de CO<sub>2</sub>, l'Indonésie se place en troisième position des pays producteurs de gaz à effet de serre, après les États-Unis et la Chine. La RDC aussi est devenue une importante source de gaz à effet de serre par son bilan forestier négatif (plus de déboisement que de reboisement) et se situe dans la catégorie des 1,5 -5 giga tonnes de C pour ces cinquante dernières années. Ces chiffres illustrent clairement l'importance de la conservation des forêts pour la stabilisation des émissions de gaz à effet de serre.

La conservation des forêts empêche l'émission de gaz à effet de serre, mais entraîne-t-elle également une immobilisation

supplémentaire de gaz à effet de serre ? La concentration atmosphérique du dioxyde de carbone est de 360 ppm ou 0,177 gramme de carbone par m<sup>3</sup>. Par le processus de photosynthèse, les arbres fabriquent du bois avec une concentration de 250 - 500 kg de carbone par m<sup>3</sup>. Cette concentration d'un facteur de 1,4 million et plus, illustre la grande efficacité des plantes autotrophes dans la séquestration du carbone. Toutefois, selon cette théorie, les forêts naturelles sont paresseuses, la fabrication de biomasse par photosynthèse étant à peu près en équilibre avec le catabolisme par respiration. De récentes mesures d'« *eddy fluxes* » ont cependant montré que même les forêts tropicales intactes présentent encore toujours une production écosystémique nette. Celle-ci ne se traduit pas nécessairement par la poursuite de l'augmentation de la biomasse, mais par exemple par l'exportation des substances organiques dissoutes via les ruisseaux. Un reboisement d'une parcelle auparavant détruite mène effectivement à une rapide séquestration du carbone, tant sous forme de biomasse que dans le sol, avec une valeur atteignant plus de 7,5 tonnes de C / ha / an. Dès lors, les communautés locales optent souvent pour des arbres exotiques à croissance rapide, mais au nom du rétablissement de la biodiversité, il serait préférable qu'elles replantent des essences indigènes qui emportent avec elles un cortège d'organismes ayant coévolué. De plus, ces essences indigènes ont un bois souvent plus dense ce qui compense, au moins partiellement, leur plus faible croissance en volume.

### L'air conditionné de Gaïa ?

Depuis l'apparition de la théorie de Gaïa de Lovelock dans les années 1970, on est convaincu du rôle des forêts tropicales dans la régulation du climat terrestre. La balance énergétique de la couverture du sol est principalement déterminée par la partition du rayonnement solaire via l'albédo et la chaleur latente. La couverture boisée de la surface terrestre entraîne généralement une diminution de l'albédo (réchauffement), mais en même temps une évapotranspiration plus élevée (refroidissement). Dans le cas des forêts tropicales, le refroidissement par évapotranspiration est supérieur au réchauffement par la diminution de l'albédo. C'est pourquoi la conservation des forêts dans les tropiques entraîne un refroidissement de la planète, alors que le déboisement entraîne une diminution de l'évapotranspiration et des orages, ce qui finalement entraîne un réchauffement net du climat. Ceci suggère de plus que la surveillance mondiale de la température de surface de la couverture terrestre est un solide indicateur de l'intégrité de l'écosystème.

### Conservation des forêts et reboisement dans la gestion internationale du climat

De ce qui est dit précédemment, il ressort que les forêts tropicales ont un effet de refroidissement important sur le climat mondial, par leur immobilisation du carbone, d'une part, et, par leur grande capacité d'évapotranspiration, d'autre part. La destruction de la forêt tropicale réduit en même temps ses « services globaux » rendus à l'environnement. Ces services sont-ils reconnus par la communauté mondiale ? Les pays prenant

## *Le bois congolais : un trésor inestimable Stop à la déforestation!*

*La richesse de la flore et de la faune congolaise a déjà été évoquée dans de précédents numéros du Science Connection.*

*En plus d'être une source de nourriture ou d'énergie, une zone de protection, un lieu de culte ou de spiritualité, la forêt joue un rôle important de régulateur de l'environnement.*

*Des scientifiques belges se plongent dans les secrets et dans les potentialités de la forêt congolaise et en étudient son rôle dans la problématique du climat, on vient de le lire dans les deux articles qui précèdent.*

*À long terme, leurs recherches contribueront sans nul doute à une gestion durable de cette forêt si précieuse.*

*Pour insister sur l'importance de cette forêt impressionnante (la deuxième forêt tropicale la plus vaste au monde après le Brésil) et empêcher son déboisement, les Affaires étrangères ont organisé en 2007 une conférence mondiale qui a débouché sur une « déclaration » qui doit inciter la Belgique, mais aussi d'autres pays, des organisations internationales et les ONG, y compris le secteur privé et le Congo lui-même à consentir d'importants efforts*

*supplémentaires pour gérer au mieux la forêt, et ce, dans l'intérêt des générations futures.*

*Au niveau européen, de nombreuses initiatives sont prises pour cartographier et surveiller la forêt congolaise, notamment par des experts belges (Université catholique de Louvain).*

*Les 7, 8 et 9 novembre prochains, la présidence portugaise du Conseil de l'Union européenne organisera les European Development Days, à Lisbonne, sur le thème « Climat et pays en développement ». La Belgique participera à cette réunion et plaidera pour la conservation de la forêt congolaise au travers, notamment, d'une exposition, d'une notable ronde 'Avoid deforestation.'*

*La Politique scientifique fédérale apporte également sa contribution puisqu'un projet commun avec l'UNESCO (réalisé par les universités de Louvain et Liège) sur la gestion des cinq parc nationaux relevant du patrimoine mondial sera présenté.*

**Brigitte Decadt**



soin de leur patrimoine forestier tropical sont-ils indemnisés d'une manière ou d'une autre pour ces services inestimables rendus à la collectivité ? Dans les principes forestiers de la Conférence Rio de Janeiro (1992), la communauté internationale s'était solennellement engagée à développer de nouveaux instruments financiers pour la protection et le rétablissement des forêts tropicales. Où en sommes-nous aujourd'hui ?

### Éviter le déboisement

Des agronomes ont calculé que le déboisement total du bassin du Congo devait être considéré comme une bénédiction permettant de nourrir toutes les bouches d'Afrique. Mais la question suivante se pose : les services écosystémiques actuellement rendus par la forêt à la communauté internationale (régulation du climat et préservation de la biodiversité) ne sont-ils pas beaucoup plus importants qu'une production alimentaire potentielle ? Le problème est que personne ne paye pour des services écosystémiques. Le principe du paiement via un fonds mondial des forêts était prévu dans le projet de Convention des forêts présenté à Rio. Cette convention n'a jamais vu le jour, en partie parce que quelques grands pays avec beaucoup de forêts tropicales y voyaient une menace pour leur souveraineté. Trois autres conventions environnementales ont été signées : la Convention sur la biodiversité, la Convention contre la désertification et la Convention climat. Seule cette dernière a développé un solide instrument financier via le Protocole de Kyoto. Mais selon les règles actuelles de la Convention sur le climat, l'évitement des émissions de gaz à effet de serre par la conservation des forêts dans les pays non industrialisés n'est pas pris en compte. Les parties négociatrices ont enfin reconnu l'importance de la conservation des forêts en 2006 et espèrent élaborer d'ici 2012 un nouvel instrument financier destiné à éviter le déboisement.

### Le reboisement

Le financement du reboisement dans les zones tropicales humides peut, en principe, avoir plusieurs sources. L'expérience montre toutefois que la coopération au développement n'y marque que peu d'intérêt, que les ONG de conservation de la nature accordent leur préférence à la conservation ou à la gestion des forêts existantes plus ou moins intactes, et que les investissements privés davantage intéressés par la production de bois ne sont pas suffisamment rentables. Le seul mécanisme de financement opérationnel qui pourrait actuellement faire la soudure avec un tel manque d'investissements est le paiement pour la fonction de séquestration du carbone via le CDM-AR (activités de boisement/reboisement au sein du mécanisme de développement propre, un des mécanismes flexibles du Protocole de Kyoto). Le schéma CDM-AR a formulé des règles complexes pour le développement de projets de boisement/reboisement durables séquestrant le carbone dans la biomasse et le sol tout en créant parallèlement des opportunités pour les communautés locales et l'environnement. Ces règles supplémentaires ont toutefois mis la barre tellement haut pour les projets forestiers au sein du CDM que pratiquement aucun d'entre eux n'est lancé et 90 % de l'argent affecté aux CDM va vers de projets industriels en Chine, Inde et au Brésil. Les projets simplifiés à petite échelle ont de plus une limite

maximale fixée à 7 kilotonnes de CO<sub>2</sub> par an, ce qui, au vu des frais généraux élevés pour la validation et le monitoring, rend leur réalisation pratiquement impossible. La complexité liée aux règles des CDM/AR, à leur design, à leur durabilité, a fait que certains pays industrialisés, comme la Belgique on refusé des projets forestiers suite à leur appels d'offres CDM. Comme tout autre projet de développement, l'approche d'un projet de boisement peut être à petite ou grande échelle, participative ou directive, durable ou destructrice pour la nature et la culture. Lors de la conférence au sommet sur le climat de Nairobi en novembre 2006, Wangaari Mathai, prix Nobel de la paix et activiste environnementale, a sévèrement critiqué le fait que tout l'argent CDM est perdu pour l'Afrique, les projets forestiers étant rendus pratiquement impossible sur le continent africain, le continent qui souffrira probablement le plus des changements climatiques. De plus la participation de pays africains comme la RDC aux projets CDM peut créer une augmentation de capacité cruciale dans le domaine des thèmes liés au climat.

### Implications politiques

Ce qui précède tend à prouver que la protection et le reboisement des forêts tropicales dans la RDC et ailleurs, ne représente pas une solution *end of pipe* pour les problèmes climatiques du Nord, mais, étant partiellement la cause des variations climatiques, ces pays possédant des forêts tropicales doivent plutôt jouer un rôle proéminent au sein d'une stratégie sérieuse de stabilisation du climat. Ceci rend nécessaire l'élaboration d'un mécanisme financier par lequel la communauté mondiale paie pour les services globaux rendus à l'environnement par les forêts existantes et les forêts en cours de reboisement. Souscrire pour une part limitée aux obligations de réduction d'une partie limitée des émissions des pays industriels par les forêts tropicales (via le mécanisme CDM) ne doit donc pas être considéré comme un trafic d'indulgences, mais bien comme une opportunité en termes de coût / efficacité pour coupler régulation du climat, protection de la forêt et développement durable dans les pays pauvres. Des projets réalisables à petite échelle avec les communautés locales ont donc besoin d'une limite supérieure relevée à 30 kilotonnes de CO<sub>2</sub> par an, ainsi que de l'accès aux appels d'offre CDM, par exemple couplés à l'obligation d'écocertification FSC (*Forest Stewardship Council*).

Bart Muys



Bart Muys est professeur d'écologie forestière et de gestion forestière à la *Katholieke Universiteit Leuven* et porte-parole du *Klimaatpark Arenberg*, un centre d'expertise sur les changements de climat ([www.biw.kuleuven.be/klimaatpark](http://www.biw.kuleuven.be/klimaatpark)). Ses recherches se concentrent sur la mesure de la durabilité dans les systèmes d'utilisation des sols. Il a ainsi participé au projet SAFE (<http://www.belspo.be/belspo/fedra/proj.asp?l=fr&COD=CP/28>) de la Politique scientifique fédérale, qui a développé un cadre de durabilité pour l'agriculture belge.

# La Belgique en vues d'optique

« Rareté ! Mes belles raretés ! Venez voir pour votre plaisir les belles vues sur Bruxelles, Gand et ses églises, la fontaine de Spa ou l'accident de la mine Beaujonc... », criait le montreur sur la place publique.

Nous sommes au XVIII<sup>e</sup> siècle. A cette époque, les gens voyageaient peu ; les nouvelles circulaient essentiellement de bouche à oreille. On entendait parler d'autres villes parfois fabuleuses, de grands faits politiques mais sans en avoir d'images. Il fallait attendre le passage du montreur sur la place publique pour avoir des représentations du monde extérieur. Les gens aisés achetaient ces fameuses gravures et les boîtes pour les visionner; celles-ci faisaient d'ailleurs partie de tous les cabinets de curiosité. Les vues placées dans ces boîtes magiques ouvraient une fenêtre sur le monde et permettaient de faire un voyage imaginaire, de rêver en découvrant

les images colorées des villes, monuments, paysages ou faits divers. Elles jouaient, en quelque sorte, le rôle de notre actuelle télévision.

Mais qu'entend-on par vue d'optique ? Il s'agit, en fait, d'une gravure à l'eau forte qui peut être en noir et blanc ou colorée à la main. Ces deux premiers critères ne la distinguent pas des milliers de gravures éditées par les marchands d'estampes. La principale caractéristique de la vue d'optique réside dans son emploi : elle est faite pour être regardée dans une boîte, dite d'optique, munie d'une lentille agrandissant le sujet et accen-



VUE DE L'HÔTEL DE VILLE À GAND.



tuant l'effet de perspective. Le premier critère d'identification consistera donc dans la conception même de la vue : l'image est construite de manière à donner de la profondeur, soit par des lignes renforçant la composition, soit par une fuite vers l'infini dans le centre de l'image. Le format, ensuite, est presque « standard » : entre 27 et 28 cm de haut pour 40 à 42 cm de large. La vue est imprimée sur un papier qui déborde de quelque 5 cm de la gravure. C'est là que vont figurer les inscriptions attestant d'une façon indubitable qu'il s'agit bien d'une vue d'optique. Dans la partie supérieure se trouve l'identification de la vue, en lecture normale ou en effet de miroir. Sous l'image, la légende est plus détaillée, donnant, dans le meilleur des cas, une courte description parfois en plusieurs langues ainsi que les noms des dessinateurs, graveurs et imprimeurs.

Dernier élément propre aux vues d'optique : l'effet de nuit. Certains exemplaires, une minorité par rapport à l'énorme production, présentent des perforations rehaussées de touches de couleurs et/ou de découpes doublées de papiers transparents colorés. Un éclairage par l'arrière de la gravure donne une impression de vue de nuit : des lampions s'allument, des fontaines jaillissent, des personnages apparaissent aux fenêtres, étoiles et lune constellent le ciel. Un jeu subtil d'éclairage permet donc de passer d'une vue de jour au charme de la vue de nuit avec ses illuminations !

Les thèmes présentés sur les vues d'optique sont multiples. Si des vues de ville en sont le sujet privilégié avec de nombreux détails de monuments, réels ou imaginaires, proches ou exotiques, d'autres sujets sont très prisés, comme les événements historiques, les sujets mythologiques, sans oublier les catastrophes qu'elles soient naturelles, comme les tremblements de terre, ou provoquées, comme les incendies.

Parmi les milliers de vues éditées par des imprimeurs comme Probst ou Carmine à Augsburg, Zanna à Bruxelles, Basset à Paris, il en est une série sur l'actuelle Belgique. Les plus anciennes datent d'environ 1738 et les plus récentes d'après 1849. Cette période, un peu plus d'un siècle, correspond à l'âge d'or des vues d'optique.

Les plus belles vues datent de 1780-1790. Elles reflètent le renouveau architectural de Bruxelles, qui connut, vers le milieu du XVIII<sup>e</sup> siècle sous Charles de Lorraine, une série de rénovations et de nouvelles constructions. On y découvre de nouveaux espaces comme la place Saint-Michel, l'actuelle place des Martyrs, et la place royale, toutes deux caractéristiques de

l'époque. Le château de Scoonenberg, aujourd'hui le palais de Laeken, est représenté sous tous ses aspects, y compris la tour chinoise construite dans le parc vers 1786. Le nouveau parc de Bruxelles n'échappe pas à la vogue. D'autres bâtiments présentent les dernières transformations dont ils ont fait l'objet, comme le Théâtre royal, le Palais royal ou encore l'actuel Palais des académies. Mais Bruxelles n'a pas le monopole : onze villes différentes comme Anvers, Liège, Namur, Tournai, Dendermonde sont représentées avec des monuments ou des vues parfois réalistes, parfois tout à fait fantaisistes. Parmi celles-ci figure une curieuse vue d'Ostende perchée sur un éperon rocheux dominant une mer démontée ! Gand fait l'objet d'un véritable reportage avec une série de douze gravures croquant les marchés, les places, la navigation sur la Lys et la Coupure. On y retrouve des lieux aujourd'hui disparus, comme le jardin botanique qui fut, à l'époque, un des plus riches d'Europe. A Liège, c'est la cathédrale Saint-Lambert qui se dresse devant le palais des Princes-évêques, évoquant la toute puissance de la Principauté mise à mal par les « sans culottes » liégeois. Plus calme est sans doute cette vue de la fontaine Pouhon à Spa de laquelle repartent des charrettes chargées de bouteilles d'eau....

Près de soixante gravures évoquent non seulement l'aspect des villes entre 1730 et 1850 mais aussi la vie quotidienne des habitants, les moyens de transport, la façon de s'habiller. On voit, par exemple, un montreur de vues d'optique sur la place du marché aux Grains à Gand ou un vendeur de porcelaines à Tournai !

L'exposition, basée sur une sélection parmi les 400 vues d'optique de la collection donnée au musée en 1943 par Charles Lefebure, regroupe les vues par ville et, à l'intérieur de celle-ci, par places ou bâtiments. On peut ainsi se rendre compte à quel point la concurrence entre imprimeurs était féroce, allant parfois jusqu'au plagiat. C'est ainsi que le dessinateur Rooland reprend systématiquement les dessins de Ridderbosch en changeant quelques détails. La même remarque vaut aussi pour l'imprimeur Fietta. Il apparaît aussi que ces vues reflétaient l'actualité, bien plus que nous ne pourrions le penser : non seulement dans la construction des bâtiments mais aussi dans les faits divers. L'accident survenu en février 1812 dans la mine Beaujonc à Ans en est un bon exemple. Deux vues reprennent la séquence du drame : le désespoir des familles à l'annonce de l'inondation survenue dans la mine et bloquant 127 mineurs à 170 m de profondeur et le sauvetage de 70 mineurs bloqués pendant 5 jours. La catastrophe coûta la vie à 20 personnes.

En découvrant ces vues, on peut se demander quel est leur degré de fiabilité. Des photos actuelles, parfois de détails, montrent à quel point certaines de ces vues sont fidèles à la réalité ou qu'elles témoignent de l'état du bâtiment à un moment précis de son histoire. L'exemple des deux gravures montrant l'hôtel de ville de Gand est significatif. Il nous y est figuré avec un pan coupé et un escalier semi-circulaire édifié le long du Botermarkt. Il s'agit, en fait, de l'état de l'hôtel modifié

par les Français en 1812. Ces aménagements furent détruits en 1889 pour redonner à l'hôtel de ville son aspect originel !

Qui a édité des vues sur nos régions ? Augsbourg et Paris sont les deux principaux centres. L'Italie et les Remondini ne semblent pas s'être intéressés à nos régions. Augsbourg apparaît comme le premier centre de production : la *collection des Prospects* reprend une série de vues imprimées par Bergmüller, Leizel, Nabholz et Carmine. Probst, quant à lui, semble avoir diffusé sa production d'une façon indépendante. Ces vues datent principalement de 1738 à 1790, voire 1810 pour celles de Carmine. A la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle, Paris prend le relais, d'abord avec Chereau, puis avec les nombreuses vues de Basset, à partir de 1805 environ et ce jusqu'en 1855. On ne peut s'empêcher de faire le rapprochement avec l'histoire de nos régions qui furent autrichiennes jusqu'en 1795, puis qui connurent la période française, jusqu'à l'annexion de nos provinces par la Hollande en 1814.

Les soixante vues présentées dans l'exposition ne proviennent pas toutes de la collection des Musées royaux d'Art et d'Histoire. Nombre d'entre elles sont prêtées par la Bibliothèque royale - Cabinet des estampes, les Archives de la Ville de Bruxelles, le Musée du cinéma à Bruxelles, *Stad Archief Gent*, *STAM-Bijloke collectie*, la Cinémathèque française de Paris et des collections privées.

Malgré cet effort collectif, il doit encore exister d'autres vues qui ont échappé aux recherches. En effet, les éditeurs du XVIII<sup>e</sup> siècle n'ont pas laissé de répertoire exhaustif de leur production. Il faut donc opérer des recoupements entre les différentes collections publiques et les collectionneurs privés.

La caractéristique d'une vue d'optique réside dans le fait qu'elle devait donner un effet de perspective, encore augmenté quand on la plaçait dans une boîte spéciale pour la regarder. Zogrosopes et boîtes d'optique voisinent avec leur dérivé : le panorama panoptique, un jouet qui fit fureur dans la seconde moitié du XIX<sup>e</sup> siècle !

L'apparition de la photographie, en 1839, va donner à Carlo Ponti, en 1862, l'idée de remplacer la gravure par une photographie et la boîte d'optique par le mégaléthoscope. Cette dernière invention sera le chant du cygne des boîtes d'optique car la photographie va mettre au point un procédé extraordinaire pour rendre relief et perspective : la stéréoscopie. Plus de dessin mais la fixation directe de la réalité capturée sur deux images légèrement décalées. Le rêve est devenu réalité !

**Claudine Deltour-Levie**

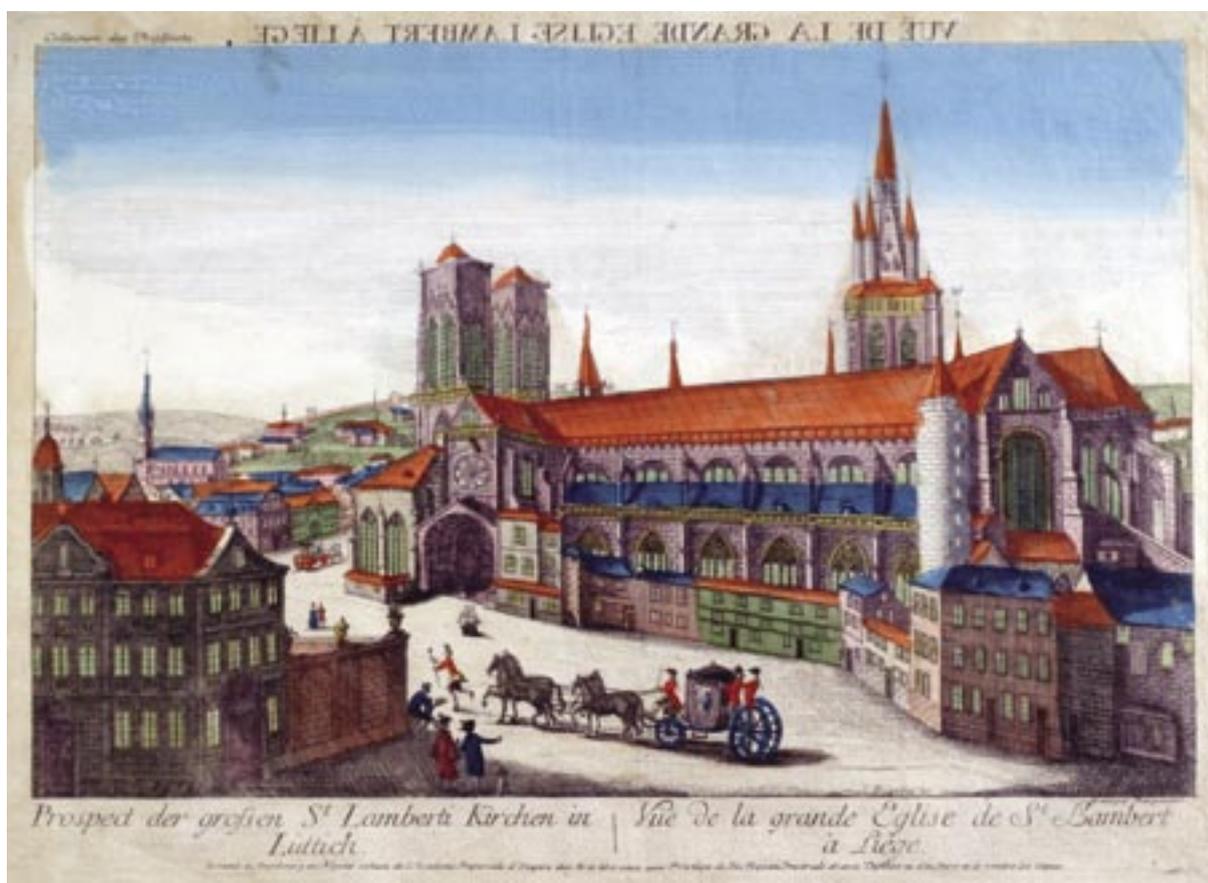
### À lire :

*Cl. Deltour-Levie, La Belgique en vues d'optique, MRAH, 80 p., 7.*

*P. Levie, Montreurs et vues d'optique, 220 p.et ill., 39.*

### À visiter :

*La Belgique en vues d'optique est accessible jusqu'au 31 décembre 2007 aux Musées royaux d'Art et d'Histoire*



# Dès le mois de décembre en Belgique Un nouveau réseau pour la connaissance mondiale

En 1993, la Belgique fut l'un des derniers pays d'Europe à se doter d'un réseau télématique de recherche propre. Depuis, ce retard a été entièrement résorbé par BELNET, le service public fédéral créé voici 15 ans dans le cadre du Programme d'impulsion aux technologies de l'information de la Politique scientifique fédérale. Mieux encore: dès le mois de décembre, BELNET permettra aux universités, écoles supérieures et centres de recherche d'accéder au réseau de recherche le plus puissant jamais créé. Il remplacera le réseau actuel datant de 2002.

## BELNET et ses utilisateurs

BELNET est un service de l'État à gestion séparée au sein de la Politique scientifique fédérale. Près de 600.000 personnes utilisent quasi quotidiennement son réseau de fibre optique. Parmi ceux-ci, on compte non seulement des chercheurs, étudiants et membres du personnel académique, mais aussi des fonctionnaires. Le réseau BELNET, dont la première version date de 1993, est utilisé pour la recherche, les vidéoconférences, le multimédia, la téléphonie informatique, Internet, l'e-mail et des applications d'avant-garde comme le grid computing, le multicast et IPv6. Il est entièrement redondant (dédoublé), ce qui signifie qu'en cas de problème, le trafic de données emprunte automatiquement un trajet alternatif. La réorientation vers ce trajet alternatif s'effectue si rapidement que c'est imperceptible pour l'utilisateur. Un Network Operations Center veille chaque jour et 24h/24 au bon fonctionnement du réseau.

Le réseau BELNET relie entre elles les institutions de recherche et d'enseignement et assure les connexions avec les autres réseaux de recherche du monde entier. Pierre Bruyère, directeur général de BELNET, souligne l'importance stratégique du réseau. « BELNET offre au monde académique belge l'infrastructure nécessaire pour jouer un rôle significatif au niveau international. L'énorme capacité du réseau ouvre la voie à de nouvelles applications et expérimentations et permet aux scientifiques de fournir des résultats à plus court terme. Les chercheurs belges de premier plan qui souhaitent revenir dans nos universités bénéficient désormais d'un réseau de niveau mondial. »

### Trajets lumineux

Le nouveau réseau BELNET transfère des données via un réseau entièrement constitué de connexions en fibre optique. Les câbles en fibre optique sont composés de faisceaux de fibre ultra-fine d'un verre optique très clair. L'envoi de lumière à travers ces fibres autorise la transmission de signaux sur de grandes distances. La communication de données sur le réseau de fibres optiques s'effectue par le biais de trajets lumineux (ou « light paths »). Les trajets lumineux offrent plus de bande passante, sont plus fiables et plus sûrs que le réseau Internet. Il s'agit de connexions optiques entre deux ordinateurs, sans intervention des routeurs traditionnels qui régulent le trafic de données sur Internet. Le flux de données sur ces trajets est directement acheminé d'un ordinateur à l'autre. Il n'est donc pas entravé par un autre trafic sur le réseau, ce qui garantit une connexion plus stable et plus rapide. Offrant des vitesses jusqu'à 10 Gigabits par seconde, les trajets lumineux se révèlent particulièrement aptes à l'échange de quantités gigantesques de données. « Internet a été conçu dans les années 70 à des fins scientifiques, mais ne répond plus aujourd'hui aux besoins des chercheurs, » précise le directeur technique Jan Torreele. « Si une connexion Internet classique suffit aux besoins de l'internaute lambda, il n'en va pas de même dans le cas d'applications complexes. La bande passante est bien

souvent trop limitée. Or, il est difficile de garantir cette bande passante sur Internet et, de surcroît, la qualité de connexion n'est pas optimale. Le recours aux trajets lumineux nous permet de contourner ces écueils. »

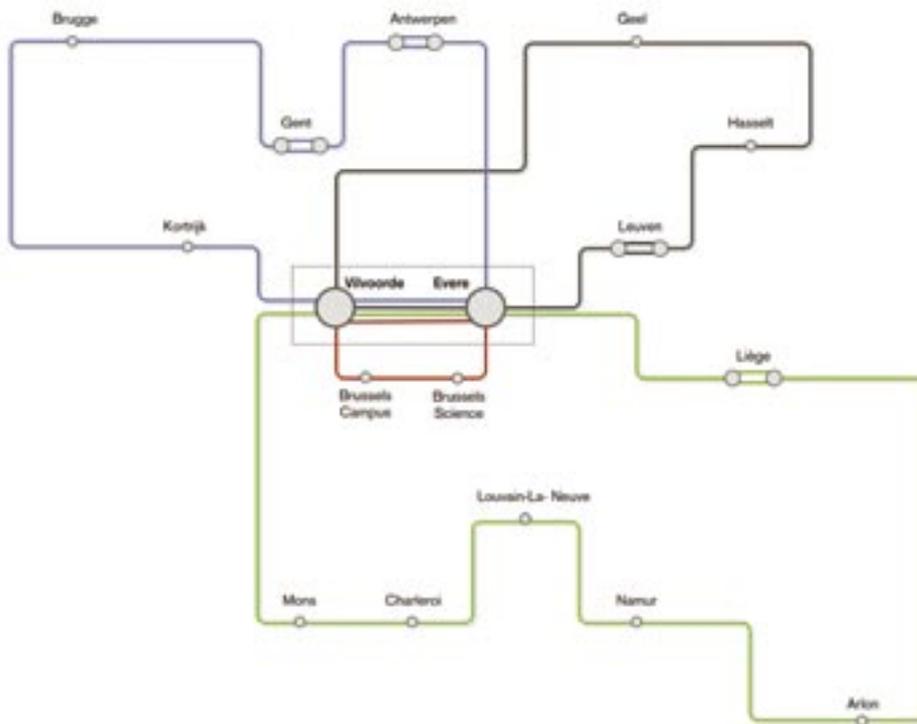
### Nouvelles applications

À partir du mois de décembre, BELNET fera migrer tous les utilisateurs de son réseau actuel vers le nouveau réseau de recherche, une opération qu'elle entend mener à bien pour la fin du premier trimestre 2008. Pierre Bruyère croit fermement qu'une fois cette étape franchie, les chercheurs et membres du personnel académique seront rapidement en mesure de proposer de nouvelles applications. « Le nouveau réseau ouvre la voie à de nouvelles possibilités, telles que la chirurgie à distance ou encore d'autres applications scientifiques expérimentales par-delà les frontières. La capacité offerte par les trajets lumineux fait naître de nouvelles possibilités dans des domaines tels que l'étude du climat ou la physique nucléaire. Nous encourageons nos utilisateurs à songer au champ de possibilités qui s'ouvre ici et leur offrons notre assistance technique. Nous incitons les chercheurs à expérimenter d'autres technologies comme IPv6, le successeur du Protocole Internet actuel (IPv4), et le grid computing. Ce dernier rassemble au sein d'un même réseau des ordinateurs géographiquement séparés dans le but de créer un "superordinateur" virtuel qui offre des capacités de calcul démultipliées. Ces applications dévolues à la recherche finissent également par porter leurs fruits dans d'autres secteurs. Nous constatons ainsi que le grid computing fait peu à peu son entrée dans le secteur privé. »

### Niveau international

Les trajets lumineux constituent un pas important dans le cadre de la globalisation de la recherche et de l'enseignement. La technologie améliore ainsi la connectivité internationale des institutions belges. Via ces trajets lumineux, les utilisateurs du nouveau réseau BELNET pourront échanger

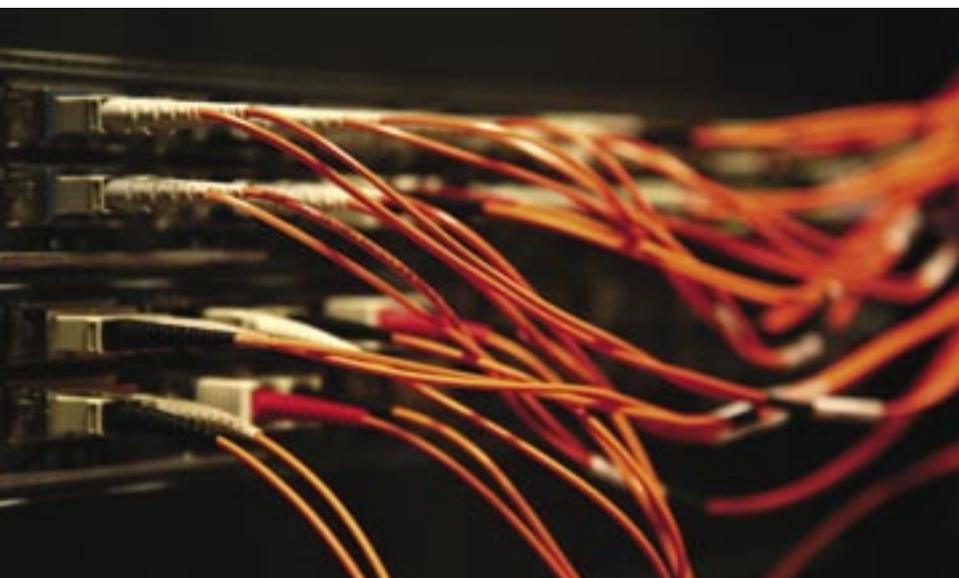
Infrastructure en fibre optique du nouveau réseau de recherche de BELNET



des informations avec leurs collègues sur le réseau européen de recherche GÉANT2 à des vitesses pouvant atteindre jusqu'à 10 Gigabits par seconde. GÉANT2 rapprochera ainsi le monde académique et la communauté scientifique en Belgique de quelque 30 millions d'utilisateurs disséminés dans 34 pays d'Europe. En outre, il permettra à l'enseignement supérieur et à la recherche d'accéder à d'autres réseaux de recherche, notamment l'Internet2 américain. « *Le nouveau réseau BELNET nous garantit de pouvoir jouer un rôle de pionnier dans la globalisation de la recherche et de l'enseignement,* » déclare Pierre Bruyère. « *Avec cette nouvelle technologie, nous anticipons les besoins du personnel académique et des chercheurs de demain.* »

BELNET assure la connexion des écoles supérieures de Wallonie, de Bruxelles et de Flandre et des centres de recherche du pays. La nouvelle dorsale de son réseau en fibre optique permet d'atteindre des vitesses allant jusqu'à 10 Gigabits par seconde, voire un multiple de ce chiffre. Elle est basée sur deux nœuds d'échange centraux (redondants) situés à Bruxelles et 15 nœuds d'échange nationaux. Il donne également accès aux réseaux de recherche européens, nord-américains et asiatiques.

**Veerle Custers**



## Recherche et ICT

*La recherche et l'ICT ont une longue histoire en commun. Internet est né de l'ARPANET, le réseau de recherche de l'American Advanced Research Projects Agency (ARPA). Celle-ci a pour la première fois mis en service le Protocole Internet en 1983. Il fallut toutefois attendre les années '90 avant que le grand public ne découvre à son tour Internet. Le développement du world wide web constitua un pas important dans sa popularisation. Le développement continu des réseaux de recherche perpétue ce rôle de pionnier ICT joué par le monde académique.*



# L'Art Nouveau européen: un patrimoine à sauvegarder

Fondé en 1999 à l'initiative de la Région de Bruxelles-Capitale, le Réseau Art Nouveau Network, association européenne dédiée à l'Art Nouveau, s'est lancé le défi de promouvoir et de préserver l'Art Nouveau en Europe par le prisme de ses 19 villes et régions partenaires. Emblématique de la Belle Époque, l'Art Nouveau, alors surnommé « coup de fouet » ou encore « spaghetti » en référence à ses courbes, est aujourd'hui reconnu comme l'un des plus grands courants architecturaux et artistiques de cette période.

Né en 1893 par l'impulsion, entre autres, de l'architecte belge Victor Horta, ce mouvement se caractérise tout d'abord par l'introduction dans la maison bourgeoise de matériaux industriels tels que le fer et la fonte qui, par les courbes obtenues grâce à leur souplesse, évoquent la croissance de la végétation, une des principales sources d'inspiration de l'Art Nouveau notamment avec l'influence de l'art japonais. L'Art Nouveau se veut Art total, ses partisans étant hantés par la vision presque utopique d'une société nouvelle et de l'embellissement de la vie quotidienne.



Emile Gallé, lampe "Ombelles", Musée de l'École de Nancy, ca.1902.



Victor Prouvé, statuette "Fille fleur", Musée de l'École de Nancy, 1896-1902.



Glasgow

Cette nouvelle génération d'artistes ne tarde pas à créer des émules un peu partout en Europe, comme le précise Françoise Aubry, conservateur du Musée Horta, membre du Réseau Art Nouveau Network : « *L'Art Nouveau se répand très rapidement à travers l'Europe grâce aux revues d'art illustrées de photographies et aux expositions internationales. Selon les pays, il prend le nom de "Modernisme" en Catalogne, de "Jugendstil" en Allemagne, de "Liberty" en Italie ou de "Secession" à Vienne ou Prague* ». Ainsi retrouve-t-on les caractéristiques de l'Art Nouveau dans l'horlogerie à La-Chaux-de-Fonds (Suisse), dans la verrerie à Nancy (France), dans les céramiques de Terrassa et Reus (Catalogne), dans l'industrie à Lodz (Pologne) et dans les stations thermales à Bad-Nauheim (Allemagne), des diversités qui ne manquent pas d'interpeller et d'enrichir les différents partenaires du Réseau Art Nouveau Network.

Ce n'est pas un hasard si l'idée de créer ce réseau est venue de Bruxelles, car si elle est un des berceaux de l'Art Nouveau, la région porte aujourd'hui encore les stigmates de reconstructions sauvages subies dans les années 60-70... Ce passé a donné à Bruxelles la maturité pour prendre conscience de son patrimoine et commencer à le préserver et à le protéger, ce qui n'est pas encore le cas de toutes les autorités locales. D'où l'idée de faire converger et de partager son expérience avec d'autres villes européennes détentrices d'un patrimoine Art Nouveau, comme Glasgow, Vienne, Barcelone ou encore Riga. Fonctionnant pour moitié grâce aux fonds européens du programme Culture 2000, cette collaboration est également rendue possible par la participation financière de ses partenaires en fonction de leurs moyens. C'est dans cet esprit de partage et d'ouverture que le réseau a décidé d'accueillir parmi ses membres des villes qui ne font pas strictement partie de l'Europe mais qui ont une culture commune

à l'Europe et un patrimoine Art Nouveau, comme Tbilisi (Géorgie) et La Havane (Cuba).

Pour faire connaître et développer ses actions, le Réseau Art Nouveau Network se réunit deux fois par an lors de Laboratoires Historiques, véritables plateformes d'échanges de connaissance au niveau européen. Le contenu des conférences et études de cas présentées allie la recherche, l'expérience et les savoir-faire afin que le programme puisse intéresser aussi bien les professionnels que le grand public.

Dans le cinquième Laboratoire Historique, organisé à la mi-octobre, à Nancy, le Réseau Art Nouveau Network a traité d'un sujet quasi inconnu et rarement abordé : « Les commanditaires et les mécènes de l'Art Nouveau ». Ce colloque s'inscrivait dans une phase de trois ans intitulée « Art Nouveau et Société » ayant pour but de mettre en lumière les relations entre l'Art Nouveau, la société avide de modernité, d'innovation, de nouvelles perspectives sociales et éducatives dans le socialisme naissant des années 1900 et la société actuelle désireuse de découvrir et faire découvrir cet art. Ce thème de la société a été décliné de manière très différente au gré des diverses actions et précédentes conférences : quand en octobre 2005, le colloque de Bruxelles traitait de la présentation, de la promotion ainsi que de la diffusion des idées Art Nouveau en Europe et dans le monde à travers les Expositions universelles et Foires internationales, la conférence de Côme de mai 2007 soulignait la dimension urbaine de l'Art Nouveau et la relation primordiale entre l'Art Nouveau et la Nature, Côme étant une résidence secondaire pour de nombreux Milanais dans les années 1900. La question du bien-être et de la santé sera d'ailleurs traitée dans un prochain colloque, « Sain de corps et d'esprit » à Bad Nauheim en mai 2008, avec l'étude de bâti-



Glasgow, The Griffin



Terrassa, Escalier de la tour de la Masia Freixa.  
Lluís Muncunill 1910



Barcelona, Castell dels tres Dragons, Musée de la Zoologie.  
Domènech i Montaner, 1888

ments Art Nouveau comme les hôpitaux, les gymnases et les stations thermales ainsi que des vêtements, en particulier les robes d'une largeur révolutionnaire dessinées en ce temps-là.

Fort de cette expérience, le réseau a abordé lors du cinquième Laboratoire Historique le thème de la société sous ses aspects professionnels et culturels. Un programme varié incluant les collectionneurs, les commandes publiques et privées, les femmes d'affaires, les artistes sponsors, a dévoilé le monde obscur des commanditaires et mécènes de l'Art Nouveau. La liste des intervenants témoigne d'ailleurs de cette volonté de diversité : tous étaient originaires des villes partenaires du réseau, mais chacun a son propre profil, venant du milieu muséal, universitaire, du monde des affaires ou de la restauration.

Les actions du réseau se basent sur cette approche et s'adressent aussi bien aux scientifiques qu'aux amateurs, aux étudiants, aux professeurs ou aux enfants. Le site internet du réseau, disponible en français et en anglais, est d'ailleurs conçu pour atteindre tous ces publics à travers ses différentes rubriques. Ainsi propose-t-il un volet scientifique, composé d'une base de données de thèses de doctorat, d'une liste de centres de documentation et d'articles scientifiques, qui intéressera principalement les universitaires et les chercheurs. Le volet éducation offre aux enfants l'accès à des ouvrages thématiques, comme le *Livret de la Flore*, ou encore le *Livret de la Nuit*, et aux professeurs des fiches d'activités pour les sensibiliser à l'Art Nouveau et les inciter à le faire connaître à leurs élèves à travers des visites interactives. Les personnes à visibilité réduite peuvent également consulter le site, avec un système permettant d'en agrandir les caractères pour le rendre plus accessible.

Enfin la partie principale s'adresse au grand public et aux amateurs d'Art Nouveau, avec une newsletter envoyée tous les deux mois, des pages d'information sur chaque ville du réseau et leur patrimoine, une section « Nouvelles » ainsi qu'un calendrier des expositions, visites, publications, ateliers et conférences sur l'Art Nouveau dans le monde entier : un outil qui résume bien l'esprit d'ouverture du réseau.

Anne-Sophie Riffaud

### Plus :

Le Réseau Art Nouveau Network :  
[www.artnouveau-net.eu](http://www.artnouveau-net.eu)

### À lire :

L'or blanc du Congo, *Werner Adriaenssens*, Science Connection  
#09, p 4 à 7

### À visiter :

Art Nouveau : Bad Nauheim & Europa  
Le Réseau Art Nouveau Network photographié par  
Serge Brisson  
Du 6 novembre au 14 décembre 2007  
Goethe Institut à 1040 Bruxelles

Hommage à Henry Van de Velde  
> 13 janvier 2008  
Hof Van Melijn à 3080 Tervuren



# Un été aux accents de pôle sud

Quand Adrien de Gerlache quitta, à bord de « La Belgica », en 1897 le port d'Anvers, personne n'avait pu encore déterminer si l'Antarctique était une terre ferme couverte de glace ou un archipel situé au beau milieu d'une mer polaire.

Cette expédition est restée célèbre pour son hivernage de 15 mois, ce qui permit à l'équipage d'effectuer un cycle complet d'observations et de recueillir bon nombre de spécimens géologiques et biologiques (toujours consignés à l'Institut royal des sciences naturelles de Belgique) et de dresser une cartographie de cette « terra incognita ».

À mesure que l'exploration de l'Antarctique progressait, la recherche scientifique internationale fut de plus en plus privilégiée, et en particulier au cours de l'Année géophysique internationale de 1958 pendant laquelle un grand nombre de pays, dont la Belgique, prirent part à une étude géophysique de ce continent et signèrent le Traité Antarctique qui aux termes de celui-ci fut proclamé continent pour la paix et la science.

Si notre pays a été l'un des signataires de ce traité, c'est grâce aux efforts déployés par Gaston de Gerlache, le fils du capitaine de « La Belgica », qui a dirigé, en 1957, une expédition au pôle sud et a créé la « base Roi Baudouin », sur la côte de la Terre de la Reine Maud.



De 1958 à 1961 et de 1964 à 1966, la base Roi Baudouin, qui faisait partie d'un réseau international, a servi d'observatoire géophysique et météorologique et de base de départ pour l'exploration géologique et géographique de la zone côtière et des montagnes voisines.

Après la fermeture de la base, en 1967, trois campagnes d'été furent encore entreprises, mais, en 1971, il s'avéra qu'il n'était plus possible, pour des raisons budgétaires, d'organiser encore des expéditions.

La recherche scientifique reprit toutefois en 1985, au sein de la Politique scientifique fédérale. Il s'agissait pour le gouvernement de maintenir et de renforcer l'expertise belge, mais aussi d'augmenter la visibilité de la Belgique au sein du « système du traité Antarctique ».

Par phases quadriennales, dotées pour la première (1985 – 1988) de 1,7 million d'euros et pour l'actuelle (2006 – 2010) de 5 millions d'euros, les scientifiques de nos universités étudient la (micro)biologie marine et terrestre, la biogéochimie, la glaciologie et la paléoclimatologie, l'hydrodynamique et la glace de mer ou encore la géophysique marine. Participant à des campagnes organisées par d'autres nations, leurs recherches s'effectuent généralement dans un cadre international.



*Le 19 juillet, en prélude à l'ouverture au public du Palais royal de Bruxelles, la reine Paola et les ducs de Brabant, ont inauguré l'exposition « Sciences et Culture au palais » où la Politique scientifique fédérale présentait une maquette de la base polaire, vue par près de 177.000 visiteurs.*

*La princesse Elisabeth (6 ans) pose fièrement à côté du bâtiment qui porte son nom.*

© Belga.

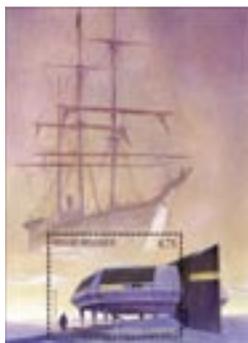


**Il est faux de dire qu'il s'agit d'un retour en Antarctique, puisque les Belges y sont depuis plus de 20 ans**

Au début novembre, une centaine de containers quitteront le port d'Anvers et effectueront un voyage de 15.000 kilomètres jusqu'à la Terre de la Reine Maud où la base sera construite lors des étés austraux 2007 – 2008 et 2008 – 2009.

Elle sera érigée sur un éperon rocheux, à 173 kilomètres à l'intérieur des terres. Quatre tracteurs achemineront ces conteneurs vers les monts Sør Rondane.

Nous reviendrons sur ce départ dans un prochain numéro de Science Connection qui sera entièrement dédié aux recherches polaires.



La Poste a émis un nouveau timbre consacré à la base polaire « Princess Elisabeth ». Tiré à 500.000 exemplaires, il possède une valeur faciale de 75 centimes et a été dessiné par François Schuiten.



C'est le 5 septembre que le prince Philippe et Alain Hubert ont inauguré officiellement la base, devant un très nombreux public (200 journalistes et 2.000 invités).  
© P. Demoitié

Il faut de dire qu'il s'agit d'un retour en Antarctique, puisque les Belges y sont depuis plus de 20 ans

Dès la fin de l'été austral 2009, la Belgique disposera de son propre outil de recherche, la base « Princess Elisabeth » (voir *Science Connection* #02, pp 2 à 7 ; #05, pp 12 à 18 ; #11, pp 18 à 22 ; #14, p 39 et # 15, pp 38 et 39).

Il s'agira de la première station « zéro émission polluante », grâce à des panneaux solaires et à une série d'éoliennes, et dont la durée de vie est d'au moins 25 ans.

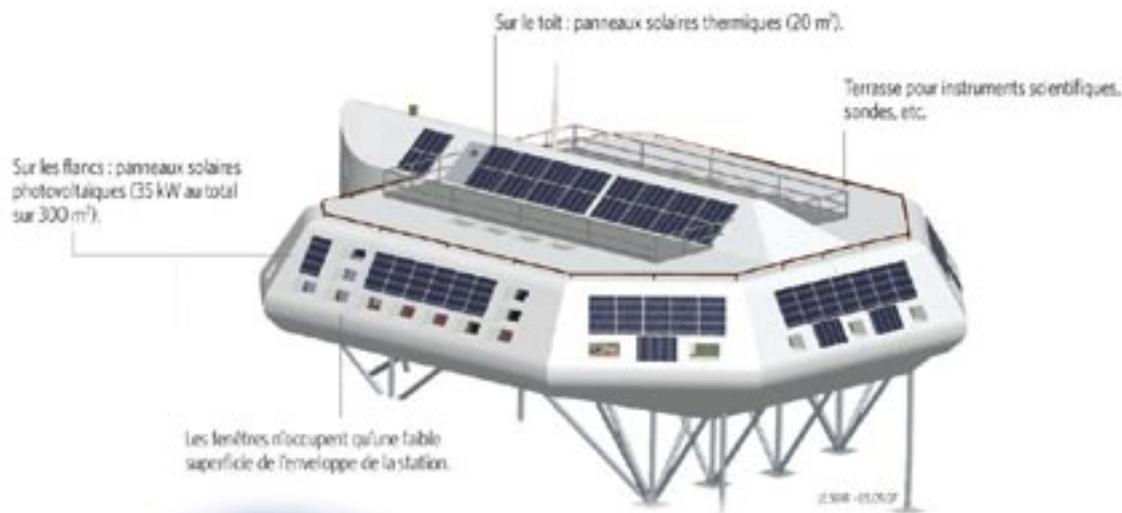
Initiative de la Fondation polaire internationale, elle deviendra, dès la fin de sa construction, début 2009, propriété de l'état belge qui, en plus du financement récurrent de la recherche depuis 1985, y aura investi 3 millions d'euros (sur les 11,5 nécessaires) pour sa construction et consacra, de manière récurrente à partir de 2009, deux millions à la logistique (via un secrétariat polaire) et à la recherche.

### En télévision...

Les 2 et 9 septembre, la VRT a diffusé un documentaire coproduit par la Politique scientifique fédérale : « Les Belges sont de retour » (De Belgen komen terug) et « Une base pour le futur » (Een basis voor de toekomst). Il s'agit du premier documentaire filmé en haute définition par la télévision publique flamande. En mai, la RTBF avait également diffusé un reportage intitulé « Paradis blanc » dans le cadre de son émission scientifique « Matière grise ».

Du côté francophone toujours, le 5 septembre, plusieurs scientifiques et hommes politiques étaient présents depuis Tour et Taxis pour l'émission « Planète nature : La station Princess Elisabeth ».

Pierre Demoitié



La station est implantée sur un éperon rocheux. L'avant repose sur des pilotis à une hauteur de 5 m environ, l'arrière ne se situe qu'à 2 m du sol.

Du côté ouest, la tour d'accès débouche, un niveau plus bas, dans les garages, les zones de stockage et les laboratoires enterrés dans la neige.



Dans la zone périphérique : les « quartiers » des membres des expéditions. On y retrouve un living, une mini salle de fitness, les bureaux, salle de réunions, salle à manger, etc.

Le cœur de la station reste chaud toute l'année. En hiver, une température de 5 degrés y est maintenue. Il héberge les batteries, le système de traitement des eaux usées et le système de contrôle.

La partie est de la station est occupée par les logements.



Tout autour du cœur, les locaux techniques sont implantés : cuisine, sanitaires, petits laboratoires « chauds ».

Superficie totale 400 m<sup>2</sup>  
 Masse totale 200 tonnes  
 « Equipage » 12 personnes  
 (mais une équipe réduite de 4 personnes permet déjà d'exploiter la base)  
 1<sup>re</sup> saison scientifique  
 été austral 2008  
 La température moyenne de la station, pendant son occupation, oscille entre 18 et 20 degrés

# Le Jardin botanique national

**A**vec les exigences, pleinement justifiées, du développement durable, les sciences naturelles, et plus particulièrement celles qui étudient la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes, sont de plus en plus sollicitées par les différents acteurs de nos sociétés. Ces disciplines connaissent d'ailleurs un essor impressionnant du fait, d'une part de l'accès aux séquences des gènes des êtres vivants et aux méthodes contemporaines de leur interprétation afin de reconstituer l'histoire de la vie (phylogénie), et d'autre part, de l'accès à un ensemble de données essentielles sur les milieux, notamment par le biais des satellites, qui permettent de mieux simuler leur évolution en réponse aux contraintes anthropiques (écologie et biologie de la conservation).

Dans notre pays, et pour ce qui concerne les sciences naturelles, la recherche, tant fondamentale qu'appliquée, est essen-

tiellement localisée dans les universités et dans ce que l'on appelle désormais les Établissements scientifiques et culturels fédéraux, relevant de la Politique scientifique fédérale et localisés à Bruxelles ou dans ses environs immédiats. Parmi ces institutions fédérales, on trouve notamment l'Institut royal des sciences naturelles de Belgique (IRSNB) et le Musée royal d'Afrique centrale (MRAC). Leur expertise et leur travail scientifique en sciences naturelles, et tout particulièrement en Afrique subsaharienne, sont de réputation mondiale et nous sommes tous fiers de leur succès.

Il est donc opportun de plaider que le JBNB soit confirmé dans son statut d'institution fédérale, et rejoigne le « Pôle nature » de la Politique scientifique fédérale, où il retrouvera l'IRSNB et

# doit rester l'outil de tous

tiellement localisée dans les universités et dans ce que l'on appelle désormais les Établissements scientifiques et culturels fédéraux, relevant de la Politique scientifique fédérale et localisés à Bruxelles ou dans ses environs immédiats. Parmi ces institutions fédérales, on trouve notamment l'Institut royal des sciences naturelles de Belgique (IRSNB) et le Musée royal d'Afrique centrale (MRAC). Leur expertise et leur travail scientifique en sciences naturelles, et tout particulièrement en Afrique subsaharienne, sont de réputation mondiale et nous sommes tous fiers de leur succès.

Le Jardin botanique national de Belgique (JBNB), situé à Meise, développe également des programmes performants de recherche et de diffusion des connaissances en sciences naturelles, et a aussi un centre de gravité important en Afrique. Pour des raisons historiques, liées aux différents épisodes de la réforme de l'État, le JBNB est resté attaché au ministère (fédéral) de l'Agriculture, dont il est, aujourd'hui, le seul segment à ne pas avoir été régionalisé ou entièrement réorganisé. Il est devenu l'enjeu d'un débat institutionnel auquel nous avons estimé utile d'apporter notre contribution. En effet, le JBNB dispose de plusieurs atouts qui en font un acteur critique de recherche et de rayonnement dans le domaine de la botanique, surtout en Afrique équatoriale.

Le JBNB dispose de collections d'herbiers extraordinaires dans les deux sens du terme : en quantité (plusieurs millions d'échantillons) et en qualité (collections de références) – il ne fait de doute pour personne de par le monde que le JBNB est le point focal de toute recherche botanique en Afrique équatoriale. Il dispose également d'une unité de documentation inégalée dans le même domaine. Avec plus de 90 % de la biodi-

versité mondiale située dans les régions tropicales, ces collections resteront dans les décennies à venir des outils essentiels de recherche pour la conservation du patrimoine naturel. Les recrutements récents de jeunes chercheurs, au sein des deux grandes communautés linguistiques du pays, ont permis la mise en place de programmes et de réseaux de recherches de très grande valeur et prometteurs. Plusieurs services universitaires, dont ceux que nous dirigeons, sont associés à ces programmes. Le JBNB gère également des collections et une documentation très significatives en ce qui concerne la biodiversité végétale en Belgique, et ses ressources didactiques sont pleinement utilisées par nos étudiants et nos chercheurs.

Soyons clairs : aucun des signataires de ce billet n'a la nostalgie de la Belgique unitaire « de papa ». Demander la confirmation du statut fédéral du JBNB et sa mise en cohérence avec la politique scientifique menée à ce niveau n'a aucun parfum de regret ou d'immobilisme. Pouvons-nous dire que c'est seulement une question de bon sens ? Oui.

Nous connaissons tous le quatrain infernal du financement de nos recherches (régional-communautaire-fédéral-européen), sans même y inclure les sources privées (hélas plus rares en sciences naturelles), et surtout le peu de ressources affectées à la biodiversité et à l'écologie des régions intertropicales, et au développement humain qu'elles revendiquent fort justement. C'est incontestablement le vrai débat. Pouvons-nous plaider pour que ce soit ce débat-là qui soit ouvert ? Oui.

**Jean- Louis Doucet, Olivier Hardy, Anne-Laure Jacquemart, Grégory Mahy, Pierre Meerts, Emmanuel Sérusiaux et Alain Vanderpoorten**

Note : Carte blanche publiée dans *Le Soir*, vendredi 24 août 2007

# Les musées d'ailleurs : Munich

Au début de ce mois d'octobre, la capitale de la Bavière a vécu au rythme de la bière et de sa fête, l'Oktoberfest, qui a attiré près de six millions de visiteurs (buvant presque autant de litres de bière ...), ce qui en fait la plus grande fête populaire au monde.



Cet aspect folklorique mis à part, Munich est aussi la troisième ville d'Allemagne, après Berlin et Hambourg ; elle compte 1,3 million d'habitants et abrite le siège social de 80.000 sociétés parmi lesquelles des constructeurs automobiles, des fabricants d'électroménager, ...

On y trouve bon nombre de musées dont le célèbre **Deutsches Museum** (créée en 1903) fréquenté chaque année par 1,3 million de visiteurs. Cinquante thématiques sont exposées sur 47.000 m<sup>2</sup> : des machines-outils aux techniques du verre en passant par la chimie et les télécommunications.

Le musée possède deux succursales, l'une consacrée à la mobilité, où elle est présentée comme étant à l'intersection des transports, des infrastructures, des politiques d'aménagement du territoire et des utilisateurs ; l'autre, dédiée à l'aéronautique où sont exposés des avions, des hélicoptères, des moteurs, des simulateurs, ... Au total, le musée possède 100.000 pièces, dont quelques exemplaires uniques (comme le premier aéroplane des frères Wright). Ces objets exceptionnels sont réunis dans un catalogue intitulé Masterworks from the Deutsches Museum.

Le musée, qui est aussi un institut de recherches, collabore avec les universités de la ville.

Le musée compte également un département d'archives spécialisées en histoire des sciences et des techniques occupant près de 4,5 kilomètres de rayonnages.

Enfin, à Bonn, le **Deutsches Museum** présente 100 moments forts de la recherche et de la technique en Allemagne après 1945.

Un triptyque : la pinacothèque, avec trois musées : la **Alte Pinakothek** (peinture européenne du XIV<sup>e</sup> au XVIII<sup>e</sup> siècle : 800 œuvres dont certaines de Roger de la Pasture, Van Dyck, Rubens, Jordaens, Le Titien ou encore Rembrandt), la **Neue Pinakothek** (XVIII<sup>e</sup> – XX<sup>e</sup> siècle) et la **Pinakothek der Moderne**.

Cette dernière, inaugurée en 2002,





attira d'emblée un grand nombre de curieux sur près de 12.000 m<sup>2</sup> d'exposition. La Pinakothek der Moderne compte parmi les musées les plus importants d'Allemagne et réunit les disciplines suivantes : peinture, sculptures et architecture, ...

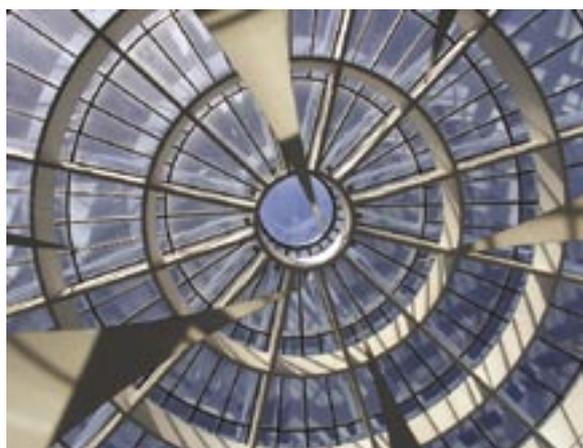
L'entrée est assez bon marché : de 5,5 à 9,5 euros selon le musée.

Le Musée communal (**Münchner Stadtmuseum**) a été fondé en 1888. Il présente divers objets relatifs à l'histoire de la ville, du Moyen âge à l'époque contemporaine. L'ensemble est très éclectique (pour ne pas dire un peu confus : on y trouve aussi bien près de 2.000 instruments de musique que des marionnettes et des objets d'art forain). Parmi les expositions permanentes, une section, surprenante, retrace le développement du national-socialisme, de 1918 à 1945.

Plus insolite, le **Deutsches Jagd- und Fischereimuseum** (le Musée de la chasse et de la pêche), en plein centre-ville, gardé par un énorme sanglier de bronze, est abrité dans une ancienne église des Augustins. Outre des trophées de chasse, une impressionnante collection d'armes et bon nombre d'animaux empaillés (replacés dans un décor peint) y sont présentés.

Le musée se visite en moins d'une heure.

Pierre Demoié



### Plus:

- Le Deutsches Museum : [www.deutsches-museum.de](http://www.deutsches-museum.de)
- Les pinakothèques : [www.pinakothek.de](http://www.pinakothek.de)
- Le Münchner Stadtmuseum : [www.stadtmuseum-online.de](http://www.stadtmuseum-online.de)
- Le Deutsches Jagd- und Fischereimuseum: [www.jagd-fischerei-museum.de](http://www.jagd-fischerei-museum.de)



À l'honneur dans ce numéro, trois Etablissements scientifiques fédéraux et leur nouveau site internet.

## Institut royal météorologique de Belgique

Par l'Institut royal météorologique de Belgique



Auparavant le site internet de l'Institut royal météorologique (IRM) se distinguait par la richesse son contenu. Malheureusement, au fur et à mesure de son enrichissement, la navigation était devenue parfois difficile, et le visiteur peinait parfois à trouver son information. Les nouveautés passaient inaperçues et des services pourtant bien utiles échappaient au public non averti... Depuis cet été, l'IRM nous présente un site totalement remanié, d'une ergo-

nomie et d'une lisibilité exemplaires ! Les rubriques sont judicieusement structurées, l'ensemble est sobre mais agréable à parcourir sur écran, et une version aux couleurs plus contrastées a été prévue pour encore faciliter la lecture. Le plus important est naturellement le contenu, toujours plus riche, allant des prévisions du jour aux bilans climatologiques (année, saison, mois), des observations (heure par heure dans tout le pays) aux publications (elles peuvent être commandées en ligne ou, pour une bonne partie, téléchargées gratuitement). Bien d'autres informations et services encore, que nous n'avons pas la place d'énumérer ici, vous y attendent. Pointons néanmoins le signalement des alertes (fortes pluies, neige ou verglas, orages, vent) en Belgique. Surfez donc sur [www.meteo.be](http://www.meteo.be) et... bon vent !

Langues : français, néerlandais, anglais et allemand



## Archives de l'État en Belgique

Par les Archives de l'État en Belgique

Grand nettoyage d'été également pour le site des Archives de l'État. Complètement remanié, le site s'est amélioré sur tous les plans : contenu, clarté, efficacité. Le contenu précédent a été maintenu mais réorganisé, et un grand nombre de catalogues en ligne sont venus s'ajouter. Il est possible d'interroger les catalogues des archives générales et des archives dans les provinces (ou l'ensemble des archives du Royaume). Le catalogue de la bibliothèque est lui aussi en ligne (une aide un peu plus étoffée serait la bienvenue) et un puissant outil de recherche de personnes, surtout destiné aux férus de généalogie. Les données ne couvrent actuelle-

ment pas l'ensemble du territoire mais le système est ouvert et les données sont bienvenues. En outre, quelques archives numérisées sont déjà disponibles en ligne (à ce jour les procès-verbaux des conseils des ministres de la période 1914-1949 et le fonds Plisnier). Signalons enfin la naissance, en même temps que du nouveau site internet, d'un bulletin d'information, disponible en ligne ou par e-mail sur inscription. Au menu : l'actualité des Archives générales et dans les Provinces, les nouvelles acquisitions, etc.

Le travail de traduction du site en allemand et en anglais est manifestement en cours, et de nouveaux ensembles de données doivent venir compléter celles qui sont déjà en ligne. À suivre...

Langues : français, néerlandais, allemand et anglais,



## Centre d'études et de documentation « Guerre et sociétés contemporaines »

Par le CEGES

Nous n'avions jamais encore parlé dans ces lignes du Centre d'études et de documentation « Guerre et sociétés contemporaines ». La récente sortie (12 septembre 2007) du rapport *La Belgique docile* est pourtant un exemple illustrant l'activité et l'intérêt pour la société civile des recherches menées



dans ce centre. Plus généralement, il recèle de véritables trésors pour le chercheur qui se penche sur les conflits du XX<sup>e</sup> siècle et sur leurs répercussions sur la Belgique. Sur le site, vous trouverez en l'impressionnant système Pallas qui fête cette année ses 10 ans. Pallas permet d'effectuer des recherches sur les catalogues de la bibliothèque, des archives et de la photothèque du CEGES. Cette dernière, pour ses 300.000 photographies, dont 160.000 ont été numérisées, suscite visiblement un vif intérêt auprès des internautes depuis la mise en ligne du catalogue. Vous y trouverez également sur le site la revue du centre, les *Cahiers d'histoire du temps présent*. Les articles des 16 premiers numéros sont intégralement accessibles, ceux des derniers numéros ne le sont que sous forme d'abstracts.

Langues : français, néerlandais et anglais





## International Heliophysical Year 2007

Par l'institut d'aéronomie spatiale de Belgique (IASB)

L'année internationale d'héliophysique a pour but d'approfondir notre connaissance du soleil et des influences qu'il exerce sur notre planète et sur son héliosphère. Plus généralement, elle vise aussi à promouvoir les sciences de la terre et de l'espace. Elle est coordonnée par le centre de plasma-astrophysique de la KULeuven, et les trois instituts du pôle espace de la politique scientifique (Institut royal météorologique, Observatoire royal de Belgique et IASB) y collaborent.

Langues : français, néerlandais et anglais

 Plus: [gauss.oma.be/ihy2007/?q=en](http://gauss.oma.be/ihy2007/?q=en) (<http://ihy2007.org>)



## Scriptorium en ligne

Par la Bibliothèque royale de Belgique

Scriptorium est une revue internationale d'étude des manuscrits médiévaux. Elle publie des articles relatifs au livre manuscrit dans tous ses aspects, des plus matériels (support, paléographie, reliure, ...) aux plus généraux (contexte culturel, bibliographie). Son second volet, le Bulletin codicologique, publie des recensions critiques d'articles et d'ouvrages consacrés à l'étude des manuscrits. Depuis 2002 cette revue de codicologie médiévale est doublée d'un site internet, qui rend accessibles en ligne de nombreuses ressources d'intérêt pour le codicologue : un impressionnant catalogue de plus de 240.000 références aux manuscrits traités dans la revue, l'index catalographique des articles recensés dans le Bulletin codicologique depuis 2000 et un sommaire complet de toutes les contributions publiées dans la revue. Scriptorium, hébergé à la Bibliothèque royale de Belgique, bénéficie du soutien de la Communauté française de Belgique et le la Région de Bruxelles-Capitale.

Langues : français, néerlandais, allemand et anglais

 Plus: [www.scriptorium.be](http://www.scriptorium.be)

## Mais aussi ...

### Emplois en Belgique pour les chercheurs mobiles européens par la Commission européenne

Les offres d'emplois en Belgique du portail européen pour la mobilité du chercheur apparaissent désormais sur ces portails nationaux :

 Plus: [www.eracareers-belgium.be/](http://www.eracareers-belgium.be/)  
[www.research.be/](http://www.research.be/) (sous la rubrique « Activités de R&D | Emploi pour scientifiques »)

Denis Renard

# Les Jeunesses scientifiques de Belgique fêtent leur 50<sup>e</sup> anniversaire

## C'était en 1957...

Un groupe d'élèves et de professeurs de l'Athénée communal Fernand Blum à Bruxelles, passionnés par les sciences, créent les Jeunesses scientifiques de Belgique (JSB). Éviter un enseignement ex cathedra des sciences, travailler en laboratoire, organiser des excursions scientifiques, telles sont les préoccupations de l'association naissante. En 50 ans, son histoire s'est considérablement enrichie. Activités dans les écoles primaires, aides aux élèves en difficultés scolaires, organisation de quelques milliers de stages, d'ateliers, de clubs sciences en milieu parascolaire, mise sur pied de concours (Philips, Shell, ...), développement d'Expo-Sciences régionales et nationales, ... les JSB sont devenues une superbe association au service des jeunes.

Mettre en œuvre les moyens nécessaires pour diffuser l'information et la formation scientifiques auprès des jeunes, susciter leur intérêt pour les sciences et la technologie, contribuer à la formation, à la culture de citoyens responsables sans aucune forme d'élitisme, voilà plus que jamais les missions auxquelles s'atèle sans répit notre organisation de jeunesse.

## C'est en 2007...

Du 4 octobre 2007 au 6 janvier 2008, les Musées royaux d'art et d'histoire vivront au rythme des sciences et des grandes découvertes technologiques, pour fêter prestigieusement le cinquantenaire de notre association. L'exposition XPO 2  $\pi$  destinée aux jeunes et au grand public proposera, trois mois durant, une multitude d'activités éducatives et ludiques. Déclinant la science sous des aspects insolites et amusants, les différentes salles de l'exposition mèneront, petits et grands, à travers des mondes de sensations et de découvertes fascinantes. Des moyens de communication de pointe aux recettes de « cuisine moléculaire », en passant par les mathématiques, l'astronomie, l'aéronautique, ... les visiteurs pourront découvrir que derrière chaque objet, même le plus banal, se cachent des sciences.

Durant trois mois se tiendront divers événements marquants, parmi lesquels des soirées thématiques, des conférences-débats, des concours, des défis, des activités scientifico-sportives... Bref, on ne s'ennuiera guère au ... Cinquantenaire, que du contraire !

## Les sept espaces de XPO 2 $\pi$

Pour entamer son parcours, le visiteur admirera une machine bizarre : un superbe carrosse ancien encastré dans les principaux éléments d'une voiture contemporaine. À l'XPO 2  $\pi$ , on côtoiera l'histoire et l'évolution des sciences et techniques.

### ■ Espace communication

Un studio d'enregistrement du journal télévisé est reproduit derrière un mur d'écrans. Le visiteur peut y prendre la place du présentateur et enregistrer son propre JT. On y trouvera aussi

d'autres instruments de communication : caméra, téléphones (du plus ancien au GSM), radios et télévisions anciennes, baladeurs,...

### ■ Espace découverte du monde et climat

Le visiteur plonge dans un monde où les éléments naturels sont surdimensionnés. Il peut y trouver des objets tels que boussoles, sextants, compas, GPS, ... Il découvre les innovations technologiques de la station polaire en Antarctique. On se confronte aux conditions climatiques extrêmes

### ■ Gastromol

Dans une ambiance high tech on propose de sympathiques dégustations 100 % chimiques. On y explique la gastronomie moléculaire. Formules chimiques un peu partout dans cet espace détaillent la composition des aliments consommés.

### ■ Espace du visible et de l'invisible

Comment percevoir l'invisible... ? Dans une chambre noire, le visiteur découvre un plafond de radiographies colorées, des images de scanners dévoilant les intérieurs de momies égyptiennes, des microscopes, des caméras infrarouges...

Une partie de cet espace est consacrée aux maths, « science de l'invisible », avec ses casse-têtes anciens et nouveaux.

### ■ Espace univers et cosmos

D'abord, on pénètre dans un vaisseau spatial pour explorer notre Univers. On y voit des combinaisons d'astronautes, des photos et films de décollages de fusées. Ensuite, on s'initie aux calculs du temps. On y voit une multitude de montres, d'horloges anciennes, de cadrans solaires, ...

### ■ Espace d'expérimentation

On y voit des objets anciens et leur équivalent contemporain et perfectionné : vêtements, chaussures, accessoires de sport, de peintures, de jeux, d'instruments chirurgicaux. Et enfin, on trouve quelques paillasses de laboratoire où le visiteur pourra réaliser, avec des animateurs, quelques expériences de physique, chimie, biologie et de mathématiques (voir ci-dessous).

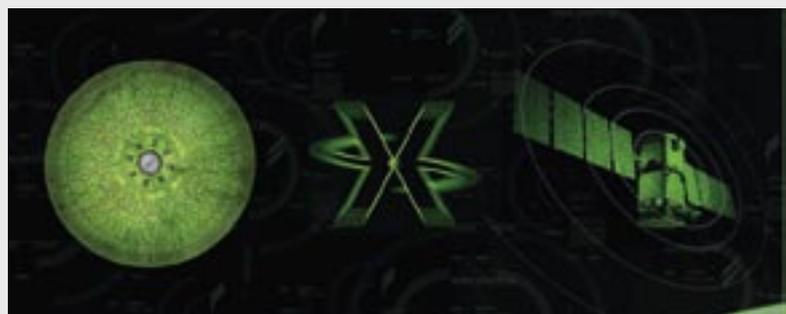
### ■ Amphithéâtre

Constitué d'une scène avec son écran et de longs paliers accessibles aux visiteurs, cet espace servira de lieu de conférences, de projections de films scientifiques ...

Gaëtane Van Caubergh



XPO 2  $\pi$  (agenda des ateliers et des conférences) : [www.xpo2pi.be](http://www.xpo2pi.be)





# Timbre

La Belgique a joué un rôle historique de premier plan dans l'avènement de la science moderne. Des pionniers tels que Vésale, Mercator et Stevin ont jeté les bases de la méthode scientifique et ont ainsi acquis à juste titre une notoriété mondiale.

En ce début du XXI<sup>e</sup> siècle, la Belgique joue une nouvelle fois un rôle scientifique déterminant sur la scène internationale. Le soutien apporté à la recherche scientifique, qui est devenu une priorité absolue pour les autorités belges, se trouve à la base de notre devenir économique et social.

C'est donc en toute logique que La Poste consacre sa série «This is Belgium» à la science. Pour ce faire, neuf scientifiques belges de renom ont été sélectionnés sur la base de leur reconnaissance nationale et internationale. Le nom le plus connu du public est sans nul doute Paul Janssen, fondateur de l'industrie pharmaceutique, une activité de renommée mondiale. Marc van Montagu, le père de la recherche biotechnologique, figure également parmi la sélection des neuf sommités scientifiques. La recherche médicale est représentée par Peter Carmeliet, faisant autorité depuis de nombreuses années au niveau international dans le domaine cardio-vasculaire, en particulier dans la formation des vaisseaux sanguins. Enfin, n'oublions pas André Berger qui, grâce à sa recherche climatologique, a contribué à la prise de conscience des changements climatiques.

Trois femmes font également partie de cette série d'éminents scientifiques. La juriste et anthropologue Marie-Claire Foblets s'est rendue célèbre par ses recherches sur la situation juridique des communautés allochtones. Lise Thiry s'est distinguée par ses études de virologie et sa lutte contre le SIDA. Quant à Chris Van den Wyngaert, elle a été désignée juge permanent auprès du Tribunal pénal international pour l'ex-Yougoslavie en raison de son expertise scientifique.

Le lien qui unit la science à la responsabilité sociale est un thème récurrent dans la science contemporaine. C'est précisément ce qu'a voulu illustrer le philosophe Philippe Van Parijs dans ses prises de position originales à propos de la justice sociale, donnant ainsi une nouvelle mouture au débat social. Enfin, avec Pierre René Deligne, un mathématicien de renom qui s'est vu décerner plusieurs distinctions internationales, c'est le rôle majeur de la recherche fondamentale qui est souligné.

Les neuf timbres sont l'œuvre d'Els Vandevyvere, qui était déjà créatrice de plusieurs timbres dédiés au sport. Cette fois, c'est au travers de la science qu'elle a dû exercer son talent. Elle a pris pour point de départ les neuf sphères de

l'Atomium, un monument symbolisant l'atome de fer. La difficulté résidait surtout dans la représentation intégrale, sur l'ensemble des timbres, des neuf boules de grandeur égale. Un défi qu'elle a relevé avec talent en jouant sur la perspective et la gradation chromatique. (source: La Poste)



À lire :

*Sciences et techniques à travers les timbres-poste, Dirk De Moor (2007)*

## Os

Des ossements provenant d'un squelette de mammoth laineux ont été découverts à Roulers lors d'une recherche effectuée par l'Institut royal des sciences naturelles de Belgique. L'animal aurait vécu dans la région de Roulers à une période remontant entre 10.000 et 115.000 ans. La découverte date d'il y a quelques années mais l'origine des ossements a dû être retracée et cela a pris du temps. L'un des os découverts est l'omoplate du mammoth (source : Belga).



## Erratum

Par un malheureux concours de circonstances, le texte de la légende de la figure de la page 7 de l'article « L'émergence de la vie sur Terre : Quand ? » (*Science Connection* # 15, février 2007) a été tronqué et est incomplet. Il doit être lu comme suit : « Le spectromètre de masse de marque Nu (ULB-MRAC) qui a servi à mesurer les compositions isotopiques du Si. Cet instrument a été acquis grâce aux soutiens financiers conjoints du FNRS (Contrat FRFC n°2.4.512.00F), de la Communauté française (ARC-ULB), de l'ULB, du Lotto et de la Politique scientifique fédérale. L'auteur tient à remercier ces institutions. »

Quelques expositions actuellement en cours, conférences à venir organisées par ou avec le soutien de la Politique scientifique fédérale ou auxquelles elle participe ou est associée, journées portes ouvertes, ...

## CONFÉRENCES ET COLLOQUES

- **16 novembre 2007**  
**La cartographie de l'Europe *Formatting Europe – Mapping a Continent***  
Bibliothèque royale de Belgique  
(Plus : [www.kbr.be](http://www.kbr.be))
- **29 novembre 2007**  
***Is it wrong to teach what is right and right? Is it (still) part of a university's job to teach its students moral standards and social responsibility?***  
Fondation universitaire  
(Plus : [www.fondationuniversitaire.be](http://www.fondationuniversitaire.be))
- **29 novembre 2007**  
**L'économie publique et l'économie sociale et coopérative 50 ans après: quelles perspectives d'avenir ?**  
Liège (Palais des congrès)  
(Plus : [www.ulg.ac.be/ciriec](http://www.ulg.ac.be/ciriec))
- **10 décembre 2007**  
**L'évolution des politiques coloniales européennes d'après-guerre et la pénétration non indigène dans les territoires d'outre-mer**  
CEGES  
(Plus : [www.cegesoma.be](http://www.cegesoma.be))
- **11 décembre 2007**  
**Belnet Networking Conference 2007**  
Bruxelles (Hôtel Husa President Park)  
(Plus : [www.bnc.belnet.be](http://www.bnc.belnet.be))
- **15 – 17 décembre 2007**  
**[Planet] Attitude**  
Bruxelles (Tour et Taxis)  
(Plus : [www.planetattitude.eu](http://www.planetattitude.eu))
- **16 – 18 janvier 2008**  
**Journées Hubert Curien de la culture scientifique, technique et industrielle**  
Liège (Maison de la science)  
(Plus : [www.embarcaderedusavoir.ulg.ac.be/journeeshubertcurien/index.html](http://www.embarcaderedusavoir.ulg.ac.be/journeeshubertcurien/index.html))

## EXPOSITIONS

- **Archives générales du royaume**  
■ > 27 octobre 2007  
**Trésors des Archives de l'Etat à Liège**  
Espace ING (Galerie Opéra, rue Georges Clémenceau, à Liège)
- **Bibliothèque royale de Belgique**  
■ 30 novembre 2007  
***Sanctus / Hagios. Bollandistes, Saints et Légendes. Quatre siècles de recherche*** € 0
- du 17 novembre 2007 au 8 février 2008  
***Formatting Europe – Mapping a Continent*** € 0

€ 0 : Entrée gratuite

### Musée royal de l'Afrique centrale

- > 31 août 2008  
**Touchons du bois !**

### Musées royaux d'art et d'histoire

- les 23, 24 et 25 novembre 2007  
**7<sup>e</sup> festival international du film archéologique de Bruxelles**  
(Plus : [www.kineon.be](http://www.kineon.be))
- > 2 décembre 2007  
**Un passe-temps princier - Les manufactures de Charles de Lorraine**
- > 30 décembre 2007  
**La Belgique en vue d'optiques**
- > 6 janvier 2008  
**XPO2π (à l'occasion des 50 ans des Jeunesses scientifiques de Belgique)**  
(Plus : [www.xpo2pi.be](http://www.xpo2pi.be))
- du 12 octobre 2007 au 6 janvier 2008  
**Taniguchi. Quand le manga rêve d'Occident**
- du 14 décembre 2007 au 2 mars 2008  
**5<sup>e</sup> Triennale du design**  
**Beauté – Singulier – Pluriel**
- du 6 décembre 2007 au 27 avril 2008  
**De Gilgamesh à Zénobie. Arts anciens du Proche-orient et d'Iran**
- > 20 avril 2008  
**La Chine sous toit. 2000 d'architecture à travers les modèles réduits du Musée du Henan**
- > 31 octobre 2008  
**Sur la piste des Indiens (Musée pour aveugles)**

### Musées royaux des beaux-arts de Belgique

- > 27 janvier 2008  
**Rubens, l'Atelier du génie**
- du 23 novembre 2007 au 30 mars 2008  
**Alechinsky de A à Y**
- du 23 novembre 2007 au 30 mars 2008  
**Quadrum, International magazine of modern art (1956 – 1966)**

### PASS (Parc d'aventures scientifiques), à Frameries

- > mars 2009  
**Antarctique**  
(Plus : [www.pass.be](http://www.pass.be))

### Planétarium

- > mai 2008  
**Le Soleil** € 0

L'agenda complet (stages, activités créatives, ...) est disponible sur le site [www.belspo.be](http://www.belspo.be) > focus > agenda et sur le site de chaque établissement scientifique fédéral.

Les collections permanentes des musées sont accessibles gratuitement l'après-midi de chaque premier mercredi du mois.

La Politique scientifique fédérale, outre les directions générales « Programmes de recherche et Spatial », « Coordination et information scientifique » et « Valorisation et communication », ce sont dix Etablissements scientifiques et trois Services de l'Etat à gestion séparée :

|  |   |
|--|---|
|    | <b>Les Archives générales du Royaume et Archives de l'Etat dans les provinces</b><br>www.arch.be + (32) (0)2 513 76 80                          |
|    | <b>Belnet</b><br>www.belnet.be + (32) (0)2 790 33 33  |
|    | <b>La Bibliothèque royale de Belgique</b><br>www.kbr.be + (32) (0)2 519 53 11   |
|    | <b>Le Centre d'études et de documentation « Guerre et Sociétés contemporaines »</b><br>www.cegesoma.be + (32) (0)2 556 92 11                    |
|    | <b>L'Institut d'aéronomie spatiale de Belgique</b><br>www.aeronomie.be + (32) (0)2 373 04 0 4   |
|    | <b>L'Institut royal des sciences naturelles de Belgique / Muséum des sciences naturelles</b><br>www.sciencesnaturelles.be + (32) (0)2 647 22 11 |
|   | <b>L'Institut royal du patrimoine artistique</b><br>www.kikirpa.be + (32) (0)2 739 67 11  |
|  | <b>L'Institut royal météorologique de Belgique</b><br>www.meteo.be + (32) (0)2 373 05 08  |
|  | <b>Le Musée royal de l'Afrique centrale</b><br>www.africamuseum.be + (32) (0)2 769 52 11  |
|  | <b>Les Musées royaux d'art et d'histoire</b><br>www.kmkg-mrah.be + (32) (0)2 741 72 11  |
|  | <b>Les Musées royaux des beaux-arts de Belgique</b><br>www.fine-arts-museum.be + (32) (0)2 508 32 11  |
|  | <b>L'Observatoire royal de Belgique</b><br>www.observatoire.be + (32) (0)2 373 02 11  |
|  | <b>Le Planétarium de l'Observatoire royal de Belgique</b><br>www.planetarium.be + (32) (0)2 474 70 50   |
|  | <b>Le Service d'information scientifique et technique</b><br>www.stis.fgov.be + (32) (0)2 519 56 40   |

**Etablissements scientifiques et culturels fédéraux partenaires :**

|  |  |
|--|--|
|  | <b>Le Jardin botanique national</b><br>www.jardinbotanique.be + (32) (0)2 260 09 20  |
|  | <b>The Royal Academies for Science and the Arts of Belgium</b><br>www.cfwb.be/arb et www.kvab.be + (32) (0)2 550 22 11 / 23 23 |
|  | <b>L'Académie royale des sciences d'outre-mer</b><br>users.skynet.be/kaowarsom + (32) (0)2 538 02 11                           |
|  | <b>L'Institut Von Karman</b><br>www.vki.ac.be + (32) (0)2 359 96 11  |
|  | <b>La Fondation universitaire</b><br>www.fondationuniversitaire.be + (32) (0)2 545 04 00                                       |
|  | <b>Le Palais des beaux-arts</b><br>www.bozar.be + (32) (0)2 507 82 00  |
|  | <b>La Cinémathèque royale de Belgique</b><br>www.cinematheque.be + (32) (0)2 551 19 00   |
|  | <b>L'Academia Belgica</b><br>www.academiabelgica.it + (39) (06) 320 18 89  |
|  | La Fondation Biermans-Lapôte + (33) (01) 40 78 72 00   |

*Science Connection* est un magazine de la Politique scientifique fédérale.

**Editeur responsable :**

Philippe METTENS,  
Rue de la Science, 8  
à B - 1000 - Bruxelles

**Coordination :**

Pierre DEMOITIE (F) et Patrick RIBOUVILLE (N)  
+(32) (0)2 238 34 11  
scienceconnection@belspo.be - www.scienceconnection.be

**Rédaction :**

Madeleine BRILLOT (Musées royaux d'art et d'histoire), Veerle CUSTERS (Belnet), Jan CUYPERS (Observatoire royal de Belgique), Johan DE KEYSER (Institut d'aéronomie spatiale de Belgique), Claudine DELTOUR-LEVIE (Musées royaux d'art et d'histoire), Pierre DEMOITIE (Politique scientifique fédérale), Steven DEWITTE (Institut royal météorologique), Jean- Louis DOUCET (Faculté universitaire des sciences agronomiques de Gembloux), Anne-Laure JACQUEMART (Université catholique de Louvain), Olivier HARDY (Université libre de Bruxelles), Grégory MAHY (Faculté universitaire des sciences agronomiques de Gembloux), Pierre MEERTS (Université libre de Bruxelles / Jardin botanique national de Belgique), Bart MUYS (KULeuven), Viviane PIERRARD (Institut d'aéronomie spatiale de Belgique), Stefaan POEDTS (CPA), Denis RENARD (Service d'information scientifique et technique), Patrick RIBOUVILLE (Politique scientifique fédérale), Anne-Sophie RIFFAUD (Réseau Art Nouveau Network), Emmanuel SERUSIAUX (Université de Liège), Gaétane VAN CAUBERGH (Jeunesses scientifiques de Belgique), Alain VANDERPOORTEN (Université de Liège) et Petra VAN LOMMEL (Observatoire royal de Belgique)

**Abonnement :**

abo.scienceconnection@belspo.be - www.scienceconnection.be

Tous les numéros sont disponibles au format PDF.

Une erreur à votre patronyme ?

Une adresse incomplète ? Un code postal erroné ? N'hésitez pas à nous le faire savoir par retour de courrier électronique ou en nous renvoyant l'étiquette collée sur l'enveloppe contenant votre magazine corrigée.

**Mise en page et impression :**

www.gevaertgraphics.be

Imprimé sur papier non polluant

Imprimé avec des encres végétales

Le prochain numéro sortira en décembre 2007

La mission de la Politique scientifique est la maximalisation du potentiel scientifique et culturel de la Belgique au service des décideurs politiques, du secteur industriel et des citoyens : « une politique pour et par la science ». Pour autant qu'elle ne poursuive aucun but commercial et qu'elle s'inscrive dans les missions de la Politique scientifique fédérale, la reproduction par extraits de cette publication est autorisée. L'Etat belge ne peut être tenu responsable des éventuels dommages résultant de l'utilisation de données figurant dans cette publication.

La Politique scientifique fédérale ni aucune personne agissant en son nom n'est responsable de l'usage qui pourrait être fait des informations contenues dans cette publication ou des erreurs éventuelles qui, malgré le soin apporté à la préparation des textes, pourraient y subsister.

La Politique scientifique s'est efforcée de respecter les prescriptions légales relatives au droit d'auteur et de contacter les ayants droits. Toute personne qui se sentirait lésée et qui souhaiterait faire valoir ses droits est priée de se faire connaître.

*Science Connection* est membre de l'Association des revues scientifiques et culturelles (www.arsc.be) et de l'Union des éditeurs de la presse périodique (www.upp.be).

© Politique scientifique fédérale 2007.

Reproduction autorisée moyennant citation de la source.

Interdit à la vente



Musées royaux  
des Beaux-Arts  
de Belgique

Koninklijke Musea  
voor Schone Kunsten  
van België

3, rue de la Régence | Regentschapsstraat 3  
1000 Bruxelles | Brussel — T +32(0)2 508 33 33  
[www.expo-rubens.be](http://www.expo-rubens.be)

# Rubens

14 09 07  
27 01 08

L'ATELIER DU GÉNIE  
EEN GENIE AAN HET WERK



Nationale Loterij  
creëert kansen  
créateur de chances  
Loterie Nationale



La Libre



LA PREMIÈRE

De Standaard

Klara



OP

FARROW & BALL  
Manufacturers of Traditional Papers and Pinks



ledeux



tvbrussel

# 61 *Space* connection



La recherche en héliophysique  
en Belgique

Le Soleil et son influence sur la Terre



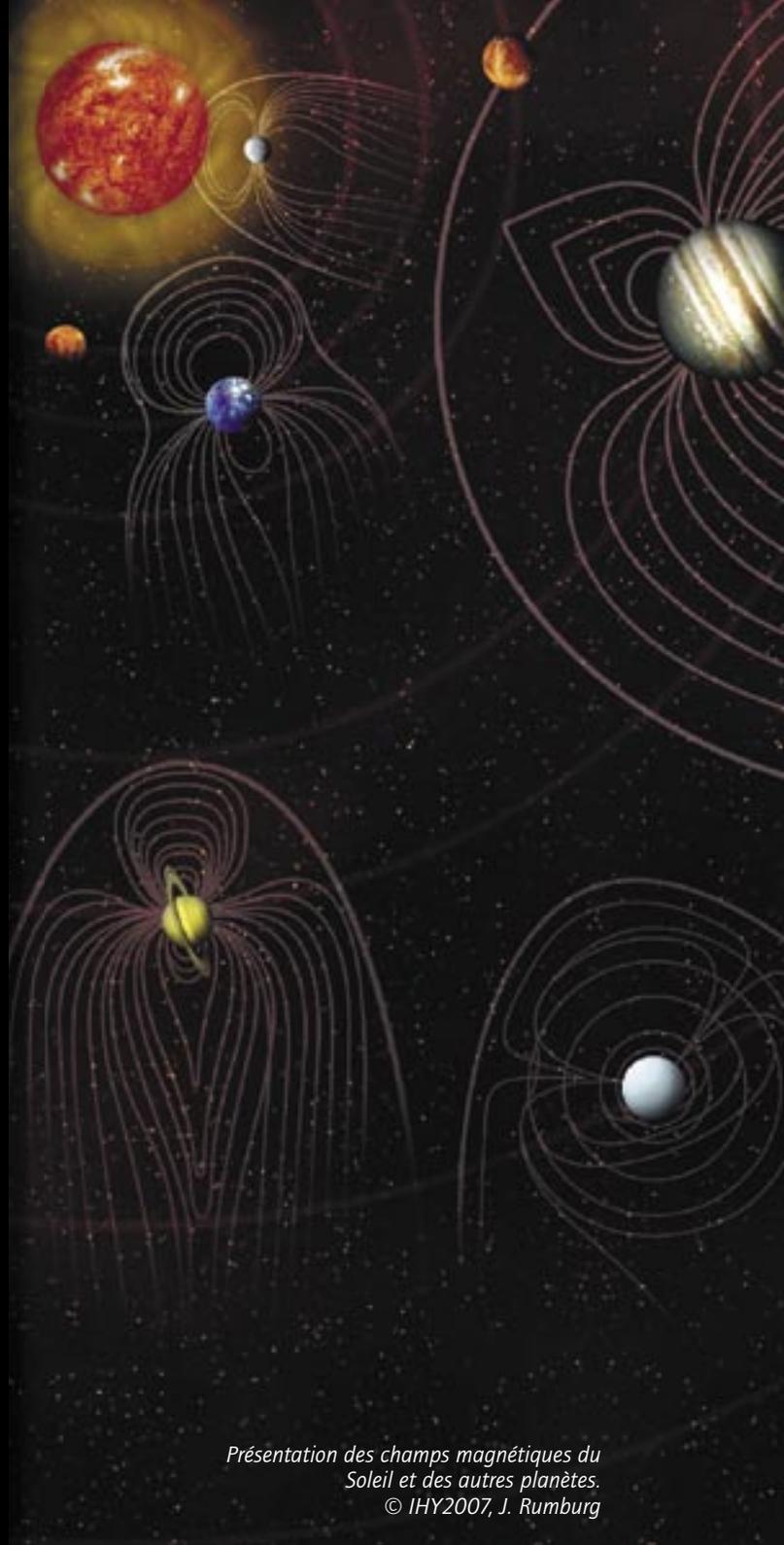
# L'Année Héliophysique Internationale 2007

En 1957 fut mis sur pied, en s'inspirant des Années Polaires Internationales de 1882 et 1932, un ambitieux programme de recherche scientifique pour étudier la Terre et son environnement direct. L'année 1957 fut nommée "Année Géophysique Internationale". Aujourd'hui, 50 ans après, la communauté scientifique, avec le soutien des Nations Unies, a proclamé l'année 2007 "Année Héliophysique Internationale". La géophysique est maintenant étendue à l'héliophysique, où l'on étudie non seulement le Soleil (hélios), mais aussi toute interaction du Soleil avec la Terre et son environnement étendu. Les activités dans le cadre de cette Année Héliophysique Internationale vont de symposiums internationaux à des activités locales public-relations. L'initiative vise non seulement à stimuler la recherche scientifique dans cette branche, mais aussi à révéler au monde la beauté, l'importance et la signification des sciences spatiales et terrestres.

Ce numéro du *Space Connection* est placé sous le signe du Soleil, de son environnement et de leur interaction. Il y sera également question de la recherche et de la prestation de services dans ce domaine aux différents instituts belges. On a pu découvrir ces instituts lors des journées portes ouvertes du Pôle Espace à Uccle les 6 et 7 octobre 2007. Les thèmes de l'Année Héliophysique Internationale y ont reçu une attention particulière. Le Soleil fait aussi l'objet d'une exposition au Planétarium de l'Observatoire Royal.



Photo couverture:  
Le Soleil éjecte une CME  
gigantesque dans l'espace.  
Une combinaison  
d'images des instruments  
LASCO et EIT à bord du  
satellite SOHO.  
© NASA/ESA



Présentation des champs magnétiques du  
Soleil et des autres planètes.  
© IHY2007, J. Rumburg

## Le plasma

Un plasma est un gaz constitué de particules chargées électriquement: des ions (à la charge positive) et des électrons (à la charge négative). Le plasma est le quatrième état d'agrégation de la matière, à côté de l'état solide, liquide et gazeux. Dans notre vie quotidienne, nous rencontrons de tels plasmas par exemple dans les téléviseurs, les tubes luminescents, etc. Les plasmas spatiaux se distinguent par leur très faible densité et par leur champ magnétique. Le mot 'plasma' vient du grec et signifie 'matière déformable'.

# Le *Solar Influences Data analysis Center* de l'Observatoire Royal de Belgique

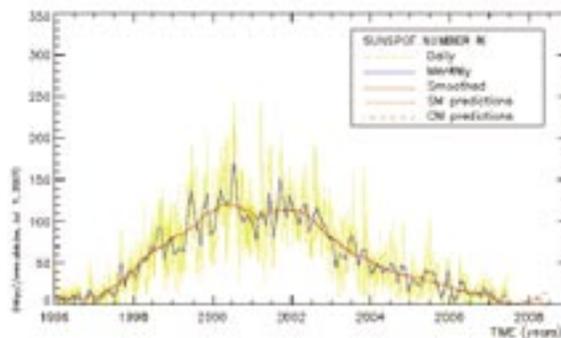
Soleil, *hélios*, *sol*... Il y a beaucoup de noms pour cet objet céleste unique qui est présent littéralement tous les jours et qui est la source par excellence de chaleur et de lumière pour la Terre. Pour le SIDC, le *Solar Influences Data analysis Center*, hébergé à l'Observatoire Royal de Belgique, le Soleil est au centre de ses activités scientifiques, même quand il se cache derrière une épaisse couverture nuageuse.

## Le nombre de taches solaires

Depuis 1981, le SIDC est le *World Data Center for the Sunspot Index*. Le nombre de taches solaires est le critère le plus ancien et le plus connu de l'activité solaire, qui se reflète dans le cycle solaire de 11 ans. L'avantage de cet index est qu'il est facilement observable depuis la Terre et, pour cette raison, accessible à tous. Le SIDC rassemble les nombres de taches solaires comptées par des observateurs du monde entier et calcule le nombre international de taches solaires  $R_z$ . Cela paraît simple, et pourtant  $R_z$  est de grande valeur scientifique, entre autres grâce au fait que cet index remonte très loin dans le temps. Des observations ont en effet été effectuées depuis le début du 17<sup>e</sup> siècle.

## La météo spatiale

À part le nombre de taches solaires, il y a encore d'autres indicateurs de la variabilité du Soleil, et en particulier de son atmosphère extérieure, la couronne. Quand nous observons



le Soleil à d'autres longueurs d'onde que la lumière visible, nous voyons un plasma dirigé par des structures magnétiques en forme de boucles. Ce champ de forces qui est constamment en mouvement génère des phénomènes fascinants, comme les éjections de masse coronale (en anglais *coronal mass ejections*, CME, voir encadré pages 10 et 11).

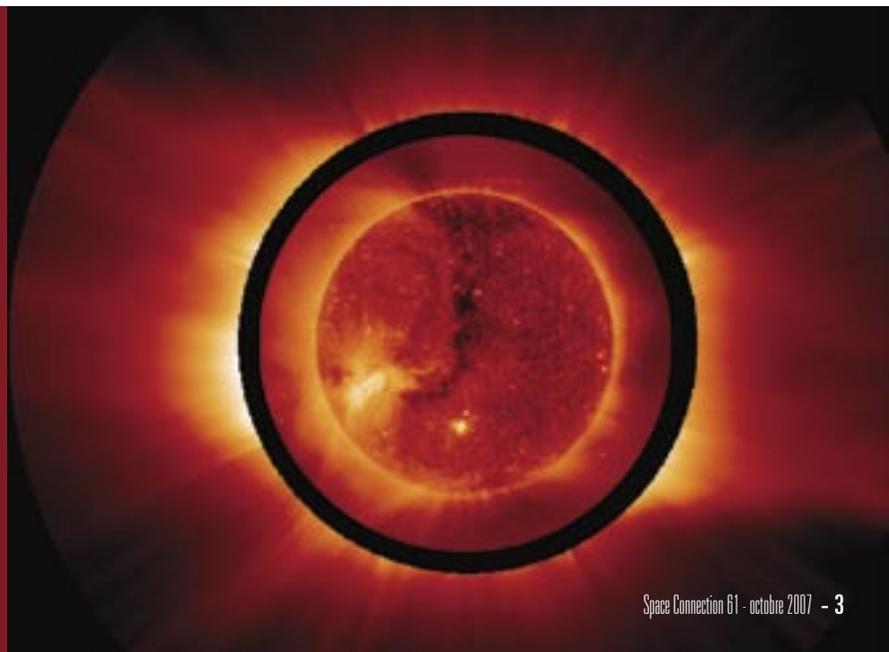
La Terre se trouve sans cesse dans la sphère d'influence du Soleil. Le Soleil est l'acteur principal dans la météo spatiale, qui influence notre Terre et ses systèmes technologiques. La météo spatiale est une science interdisciplinaire nouvelle et florissante. En 2000, le SIDC a relevé un nouveau défi en devenant un *Regional Warning Center* (RWC) pour l'Europe occidentale: cela a été une étape importante de l'histoire du SIDC. Un RWC est un centre de l'*International Space Environment Service* (ISES), où la météo spatiale est suivie

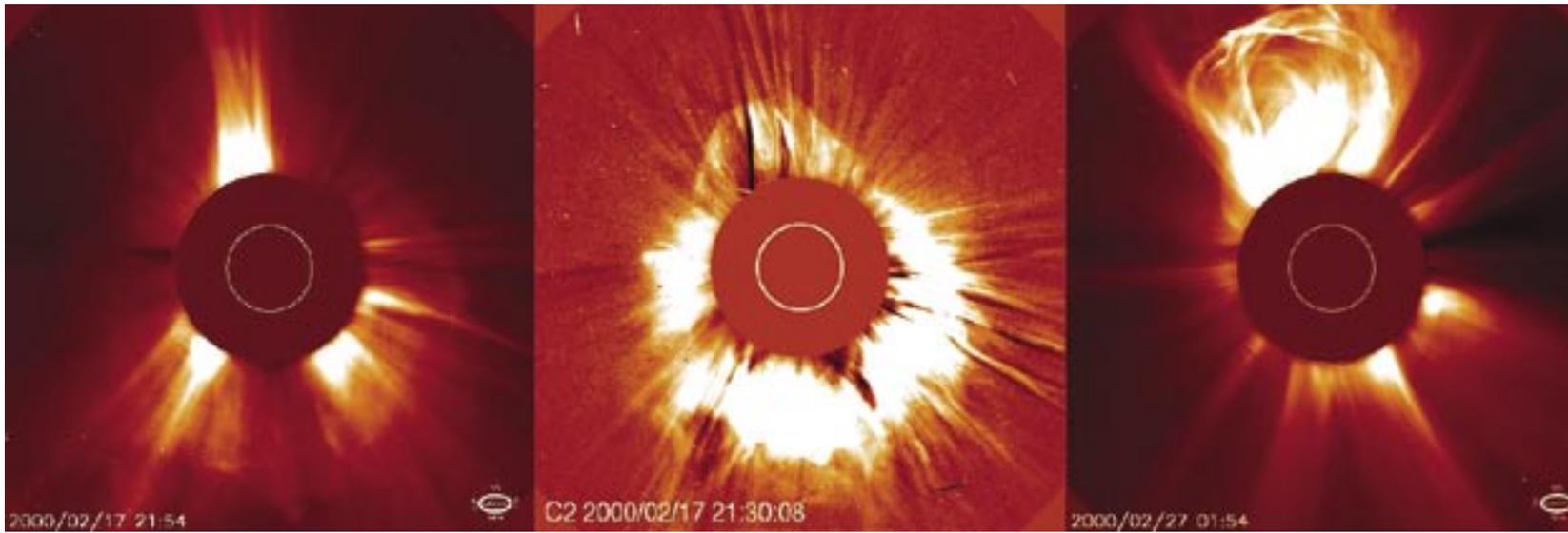
Les taches solaires sont observées quotidiennement, si le temps le permet bien sûr, à partir du télescope solaire qui se trouve à l'Observatoire Royal de Belgique. À l'aide de ces données et d'autres provenant du monde entier, nous calculons le nombre international de taches solaires. Nos données sont accessibles à tous et peuvent être utilisées librement. Les archives des taches solaires sont très précieuses pour la recherche sur le comportement du Soleil dans le passé et le lien avec la Terre. La figure donne un aperçu journalier/mensuel du cycle actuel et la prévision du prochain minimum.

## Le vent solaire

Le vent solaire est un flux continu de particules chargées, c'est-à-dire un plasma, qui est éjecté des couches extérieures de l'atmosphère solaire (la couronne). Ces particules peuvent s'échapper grâce à leurs vitesses élevées, dues à la température élevée de la couronne. En effet, la température dans la couronne s'élève à un million de degrés environ. Pourtant, nous ne comprenons pas encore complètement les mécanismes qui provoquent cette haute température et l'éjection du vent solaire.

Combinaison d'images de SOHO pour étudier le vent solaire.  
© SOHO, NASA/ESA





Trois images montrant la couronne, observée en lumière visible par le coronographe LASCO à bord de SOHO. Le disque sombre au milieu est un disque couvrant qui masque la lumière directe du disque solaire. Le Soleil lui-même est représenté par le cercle blanc. De la sorte, il est possible de photographier la couronne difficilement observable. La couleur rouge est aussi artificielle. Une éjection de masse coronale (CME) qui se précipite vers la Terre apparaît comme un faible halo autour du disque couvrant (à gauche), de sorte qu'une technique spéciale doit être appliquée afin d'augmenter le contraste (au milieu). En comparaison, à droite, une CME qui ne se dirige pas vers la Terre : celle-ci est clairement visible, même sans traitement spécial de l'image. STEREO permettra aux scientifiques de voir aussi des CMEs qui se dirigent vers la Terre avec une qualité comparable, depuis deux points de vue simultanément, et même de mesurer leur vitesse réelle en 3D.  
© SOHO/LASCO, ESA/NASA

et où l'on fait des prévisions. Depuis, nous avons développé une expertise et une connaissance approfondies de l'activité solaire et de la météo spatiale. Tout un centre de prestation de services a été développé où, 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7, nous observons le Soleil, prévoyons la météo spatiale et envoyons des avertissements en cas de météo spatiale extrême. La communauté scientifique internationale qui se concentre sur la météo spatiale essaie ainsi de donner une réponse à d'éventuelles menaces venant de l'espace.

### Les protubérances, les éjections de masse coronale et le vent solaire

L'expertise du SIDC en tant que RWC est basée sur l'étude scientifique du Soleil et des phénomènes dynamiques solaires comme les protubérances, les CMEs et le vent solaire. Nous sommes fortement impliqués dans un nombre de missions spatiales internationales où le Soleil est étudié de façons toujours différentes. EIT et LASCO sont des télescopes à bord du satellite SOHO lancé en 1995. EIT, qui fait des images du Soleil en ultraviolet extrême, et le coronographe LASCO sont encore toujours cruciaux pour assurer le suivi du Soleil. Il est essentiel, mais pas si simple, d'analyser ces images du Soleil le plus rapidement possible (presque en temps réel).

En octobre 2006, STEREO (*Solar TERrestrial Relations Observatory*), a été lancé avec succès depuis Cap Canaveral en Floride, à bord d'une fusée Delta II. La mission STEREO contribuera largement à comprendre la physique des CMEs et à assister le centre de prévisions pour le suivi des CMEs comme source principale de perturbations de la météo spatiale. Les nuages de plasma éjectés peuvent maintenant être suivis lors de leur voyage à travers l'espace. Les CMEs qui se dirigent vers la Terre sont d'une importance particulière. Le champ magnétique porté par le nuage peut alors se coupler au champ magnétique terrestre. Ce processus, appelé reconnection, mène à des perturbations et orages géomagnétiques. Un orage géomagnétique peut causer des problèmes aux satellites et perturber le réseau électrique, ainsi que les liaisons radio et le *Global Positioning System* (GPS), et

peut même accélérer la corrosion de pipelines. Une autre conséquence spectaculaire et très belle est visible via les aurores, source d'images magnifiques. Les CMEs sont aussi impliquées dans un autre processus important pour la météo spatiale. Les nuages de plasma sont capables d'accélérer des particules chargées. Ces particules peuvent alors provoquer une tempête de protons, extrêmement dangereux pour les astronautes et les satellites. Notre atmosphère et le champ magnétique terrestre forment un bouclier autour de la Terre qui nous protège en grande partie de ces particules énergétiques.

Le satellite SOHO.  
© SOHO, NASA/ESA



## PROBA2, SWAP et LYRA

Un nouveau temps fort sera le lancement de PROBA2 (voir aussi *Space Connection* 58, février 2007). Ce micro-satellite de l'ESA, financé majoritairement par la Belgique et développé par un consortium européen sous la direction de l'entreprise belge Verhaert, contiendra deux instruments SIDC conçus et développés en Belgique : SWAP et LYRA, qui amélioreront considérablement le suivi de la météo spatiale. SWAP est un télescope qui fait des images du Soleil en ultraviolet extrême (UVE – ou EUV, en anglais), comme EIT à bord de SOHO, mais avec une résolution temporelle supérieure : chaque minute, une image peut être prise. Les données sont traitées et comprimées à bord avant d'être envoyées à la Terre, ce qui permet de réduire les besoins en communication. LYRA est un radiomètre UV qui mesure le rayonnement du Soleil en 4 bandes UV du spectre pertinentes pour la physique solaire, la météo spatiale et l'aéronomie. LYRA innove par l'utilisation de nouveaux détecteurs.

### Quelle activité le Soleil atteindra-t-il ?

Il y a une interaction permanente entre les activités du SIDC en tant que centre mondial de données (WDC), en tant que centre de prévisions de la météo spatiale et en tant que centre d'analyse de données. Nous nous trouvons actuellement dans une période où le Soleil se montre moins souvent et moins intensément son côté violent. Une fois ce minimum solaire passé, l'activité solaire se mettra de nouveau à augmenter. La fièvre des prévisions et des spéculations est déjà montée et a débouché sur la création d'un panel scientifique international, où la question centrale concerne l'intensité du prochain cycle solaire. Les constructeurs de satellites ont besoin d'une prévision de l'activité solaire future. Celle-ci influence en effet l'épaisseur de l'atmosphère et est importante pour la planification de l'altitude de vol des futurs satellites. L'influence de la météo spatiale et de l'activité solaire sur les systèmes de navigation comme le GPS nous montre clairement que la météo spatiale n'est pas du tout une question de luxe, mais une réalité quotidienne pour, entre autres, les constructeurs de satellites. Le SIDC a une connaissance très élaborée dans le domaine de l'activité solaire et du nombre de taches solaires, qui fait encore toujours autorité en tant qu'index de l'activité solaire. Notre expertise nous a valu une place dans ce panel à la réputation mondiale.

Il est clair que le SIDC a conquis sa place dans la communauté scientifique internationale dans le domaine de la météo spatiale. En tant que WDC et RWC et comme partenaire dans différentes missions spatiales, le SIDC a placé la Belgique sur la carte (spatiale) mondiale.

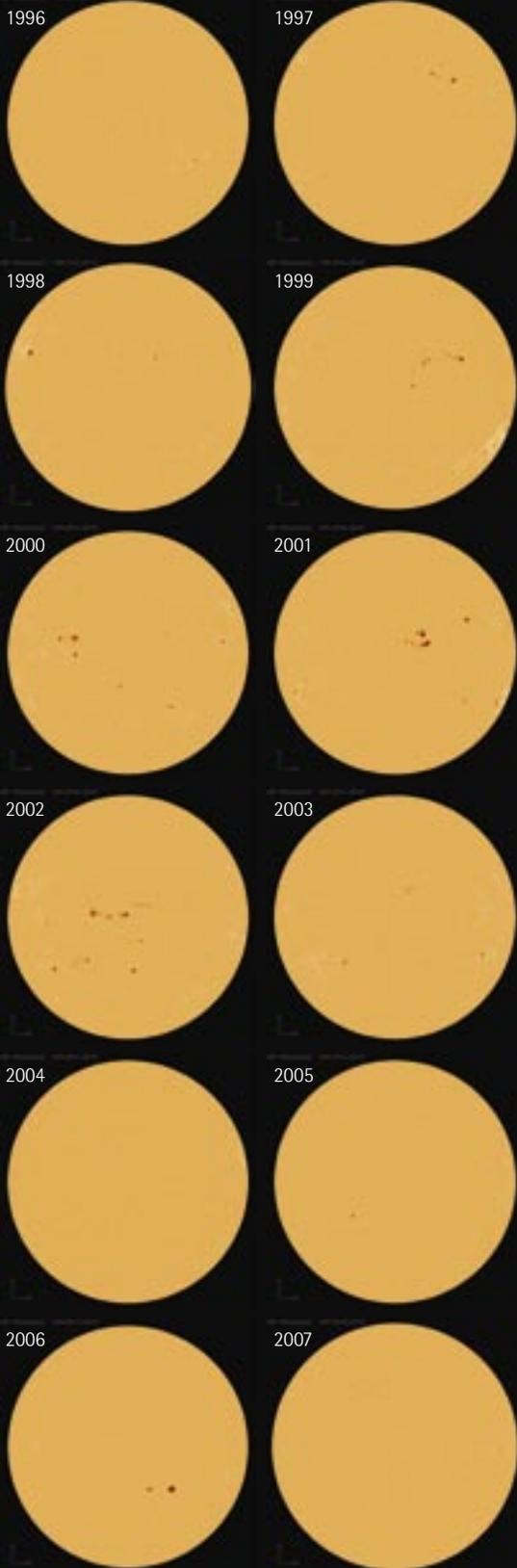
Petra Vanlommel (ORB)



Le télescope solaire de l'ORB.



Le Soleil en lumière visible le 12 décembre 2006, SIDC. La tache solaire était responsable de la météo spatiale extrême pendant quelques jours, ce qui est atypique pour cette phase du cycle solaire. Pourtant, le Soleil ne s'est pas emballé et se dirige toujours un minimum.



## Le cycle du Soleil (1)

Le Soleil est animé d'un cycle moyen d'activité de 11 ans. Si on tient compte de la polarité du champ magnétique solaire, ce cycle dure 22 ans.

Lors d'un minimum, comme en 1996, le Soleil est calme et moins actif. Il y a alors moins de structures dans la couronne solaire et moins de taches sur la surface du Soleil. Lors d'un maximum, comme en 2002, la surface du Soleil est parsemée de régions actives qui provoquent sans cesse de faibles mais aussi de violentes éruptions. Ce comportement cyclique du Soleil est visible dans ses différentes couches.

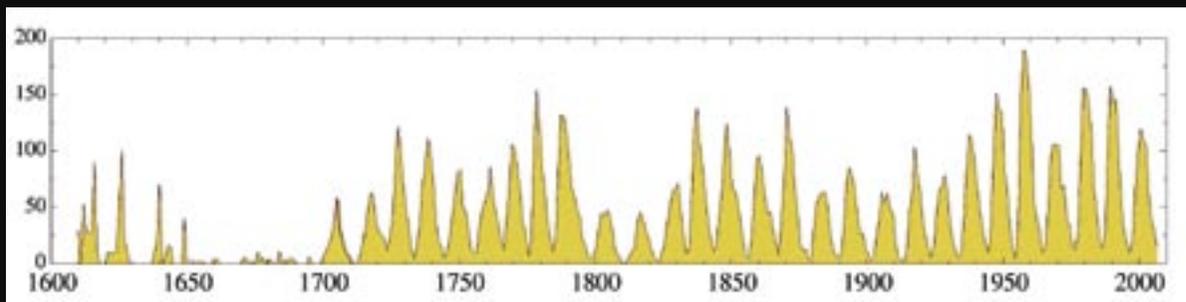
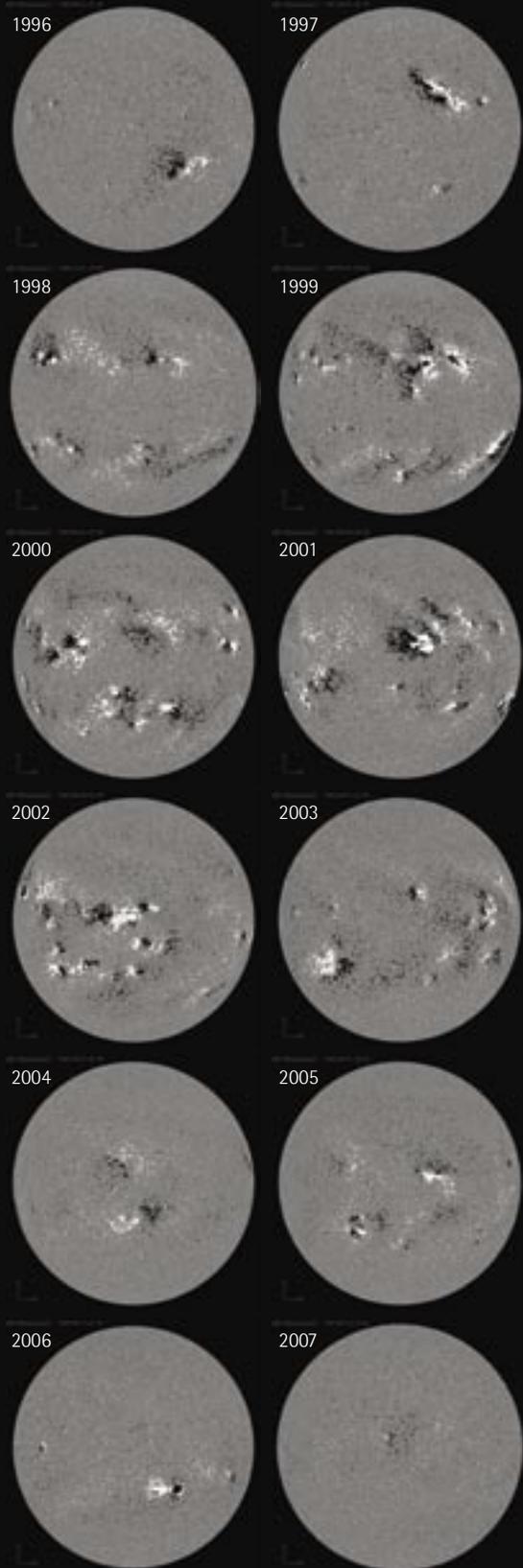
Le champ magnétique du Soleil varie de façon spectaculaire : lors d'un minimum, le Soleil est un grand dipôle magnétique avec une structure typique. Lors d'un maximum, l'ensemble du disque solaire montre un véritable enchevêtrement de boucles et de concentrations de régions magnétiques. C'est à ce moment que les pôles changent de polarité : le pôle Sud magnétique devient le pôle Nord magnétique et vice-versa. Cela arrive tous les 11 ans, mais si nous considérons cette polarité magnétique solaire, nous parlons du cycle d'activité du Soleil de 22 ans.

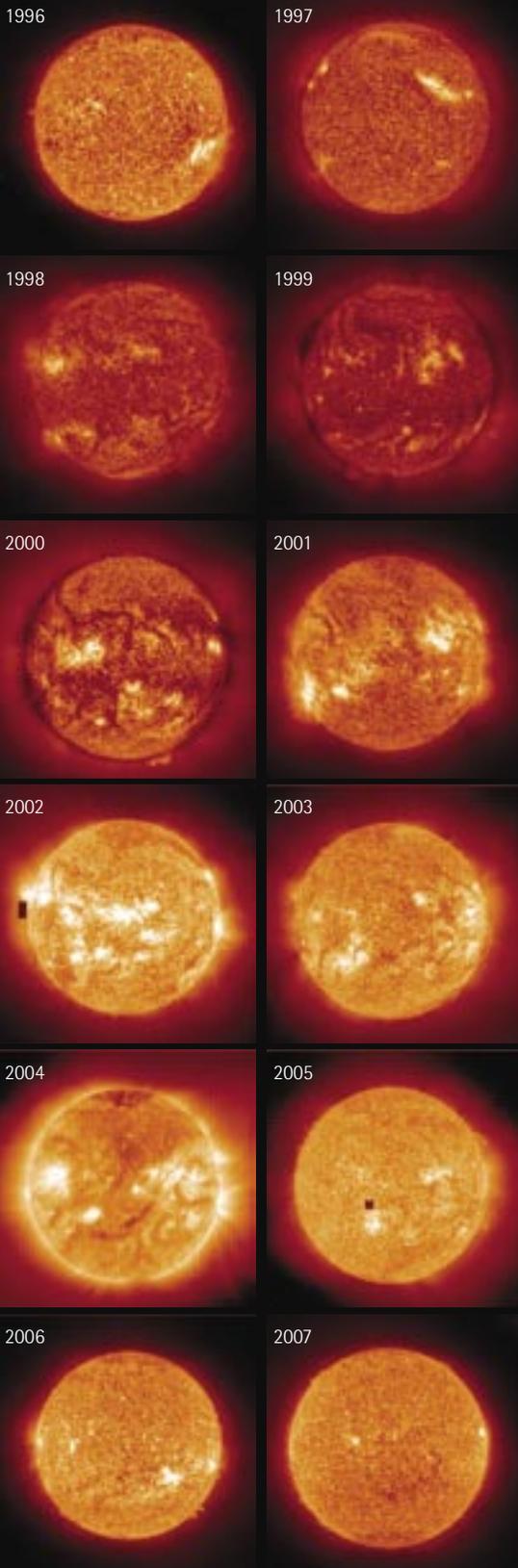
La série d'images ici à droite montre l'activité magnétique solaire de 1996 à 2006. Des magnétogrammes sont réalisés à l'aide de l'instrument MDI (*Michelson Doppler Imager*) à bord du satellite SOHO.

La photosphère du Soleil émet surtout une lumière visible, c'est pourquoi nous pouvons l'apercevoir à partir de la Terre. On peut également y voir les taches solaires. Il s'agit des parties plus sombres sur le Soleil. La température y est 1000 à 1500 degrés plus basse, c'est pour cela que ces régions ressortent tellement.

Il y a aussi une association très claire avec les lignes du champ magnétique solaire.

Le nombre de taches solaires sert de mesure et permet d'établir un index de l'activité solaire. La série d'images ici à gauche montre le déroulement typique des taches solaires pendant un cycle solaire (MDI, SOHO). L'avantage de cet index est que nous pouvons l'établir grâce à de simples observations à partir de la Terre sans avoir besoin d'instruments spéciaux. C'est la raison pour laquelle cet index remonte aussi loin dans le temps. Des observations systématiques du nombre de taches solaires (voir ci-dessous) sont disponibles à partir du XVIIIe siècle. Pour les années précédentes, il existe uniquement des données sporadiques.



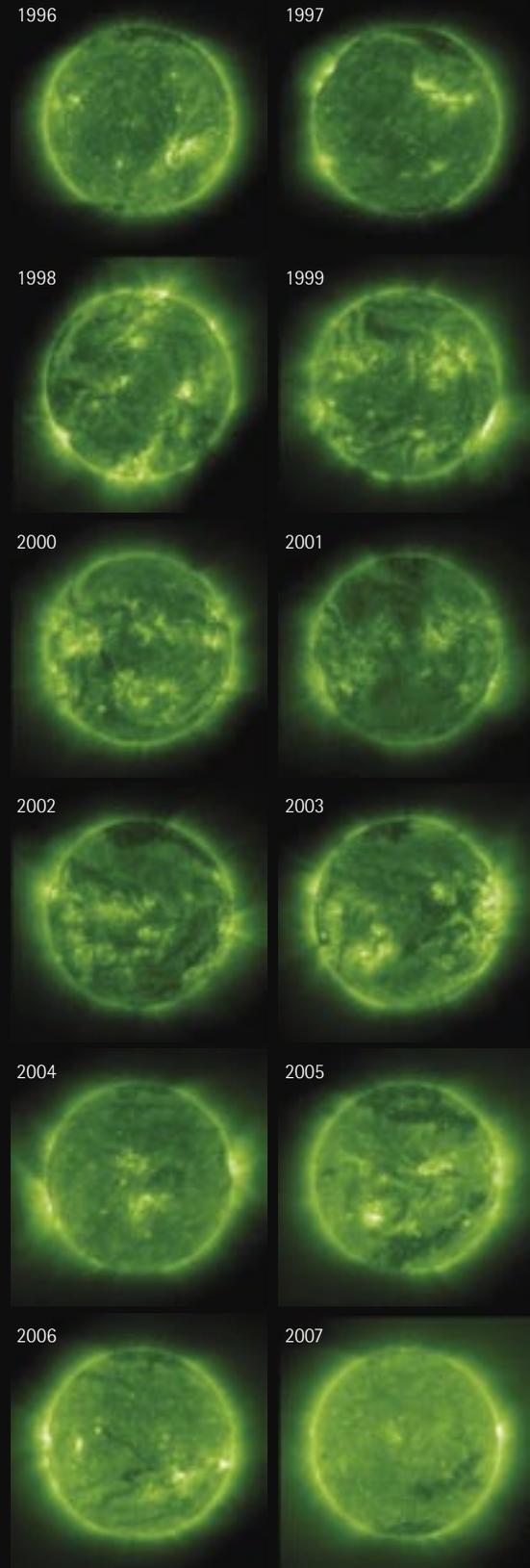


## Le cycle du Soleil (2)

Si, à un instant précis, on fait la somme du rayonnement du Soleil sur toutes les longueurs d'ondes, on obtient ce qu'on appelle la constante solaire ou l'irradiance solaire. En mesurant cette constante solaire à partir de l'espace, on a découvert qu'elle n'était en fait pas du tout constante mais très variable durant un cycle de 11 ans. Si on relie ce cycle au champ magnétique solaire, on parlera aussi d'un cycle de 22 ans. Cette variabilité se produit particulièrement dans la partie du spectre aux courtes longueurs d'ondes (UV extrêmes et les rayons X), ce qui correspond au rayonnement de la couronne chaude.

La série d'images oranges/rouges du Soleil (mesure à une longueur d'onde de 30,4 nm) montre comment la couche de transition se trouvant juste en-dessous de la couronne change au cours du cycle solaire. Les images vertes du Soleil (19,5 nm) montrent les variations de la couronne dans toute sa splendeur. L'atmosphère terrestre sert de bouclier contre le Soleil, entre autres contre les rayons UV extrêmes. C'est pour cela qu'on ne peut les voir qu'à partir de l'espace.

Attention ! Le Soleil a un calendrier caché et peut très bien décider de ne pas tenir compte du cycle de 11 ans. Cela s'est probablement déjà produit dans le passé. Ainsi, durant le Minimum de Maunder (1645-1715) on n'observa pratiquement aucune tache solaire. Cette période n'est cependant pas à confondre avec les autres mini âges glaciaires, tel que celui au temps de Pieter Bruegel l'Ancien (1525-1563). Il y a par contre des indications, bien qu'elles soient indirectes, que lors d'autres mini âges glaciaires, l'activité solaire était pratiquement nulle.



*Un tableau de la Tamise gelée lors de l'hiver de 1683-1684, peint par Abraham Hondius (1625-1691).*



## Le lien entre l'héliosphère et la Terre

# Recherche magnétosphérique à l'Institut d'Aéronomie Spatiale de Belgique (IASB)

La Terre se trouve dans l'héliosphère, la région dominée par le Soleil et son vent solaire (voir page 3). L'interaction entre le milieu interplanétaire et la magnétosphère terrestre influence l'homme et sa technologie. Les activités menées à l'Institut d'Aéronomie Spatiale de Belgique (IASB) ont pour objectif de comprendre cette interaction et d'en évaluer les effets sur les activités humaines.

### Le vent solaire

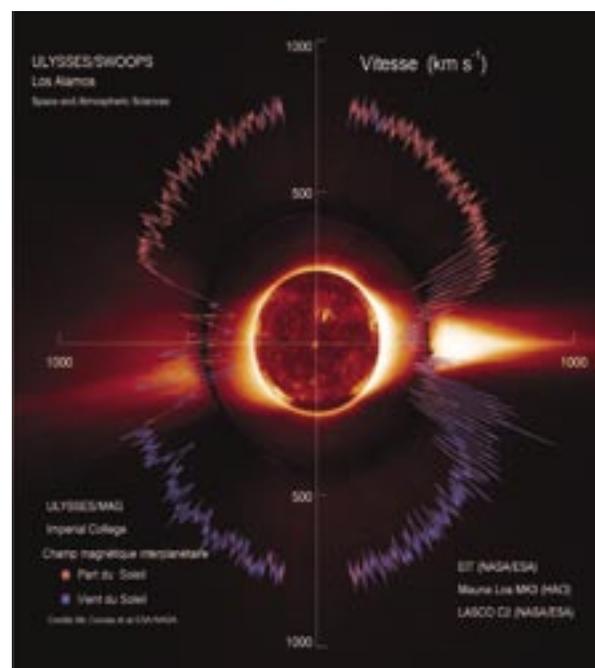
L'IASB a interprété des observations d'Ulysse, une sonde solaire de l'ESA et de la NASA, lancé en 1990, qui continue à nous transmettre des mesures après plus de 17 années ... Ulysse a découvert que le vent solaire qui provient des pôles du Soleil a une vitesse de 800 km/s alors que la vitesse près de l'équateur est "seulement" de 400 km/s. Le vent emporte avec lui le champ magnétique solaire qui a des polarités opposées dans les deux hémisphères séparés par la "couche de courant héliosphérique". Lors d'un alignement Soleil-Terre-Ulysse, les chercheurs de l'IASB ont pu montrer comment le vent solaire et la couche de courant héliosphérique se déforment en s'éloignant du Soleil. Ils étudient aussi le vent avec des modèles qui utilisent une description basée sur la microphysique du plasma. Le réchauffement de la couronne et l'accélération du vent solaire sont des sujets auxquels l'IASB a apporté aussi des éléments de réponse.

### La magnétosphère terrestre

La Terre possède un champ magnétique généré à l'intérieur de la planète. Il constitue un bouclier efficace empêchant l'entrée directe du plasma solaire dans la haute atmosphère.

*Ulysse enregistre des vitesses plus élevées du vent solaire aux pôles qu'à l'équateur du Soleil.*

© NASA/ESA



Ce champ définit la *magnétosphère*. En amont de la Terre se forme la *magnétopause*, qui sépare le vent solaire et le plasma d'origine terrestre. Le vent solaire est dévié autour de la Terre, en formant la *magnétogaine*. La magnétosphère est comprimée du côté jour; du côté nuit, elle forme la *queue magnétosphérique*, qui est étirée sur des millions de kilomètres.

L'ESA a lancé en 2000 la mission CLUSTER, un ensemble de quatre satellites qui orbitent autour de la Terre avec une séparation de quelque centaines de kilomètres afin d'établir une cartographie tridimensionnelle de la magnétosphère. L'IASB est impliqué dans l'interprétation des données.

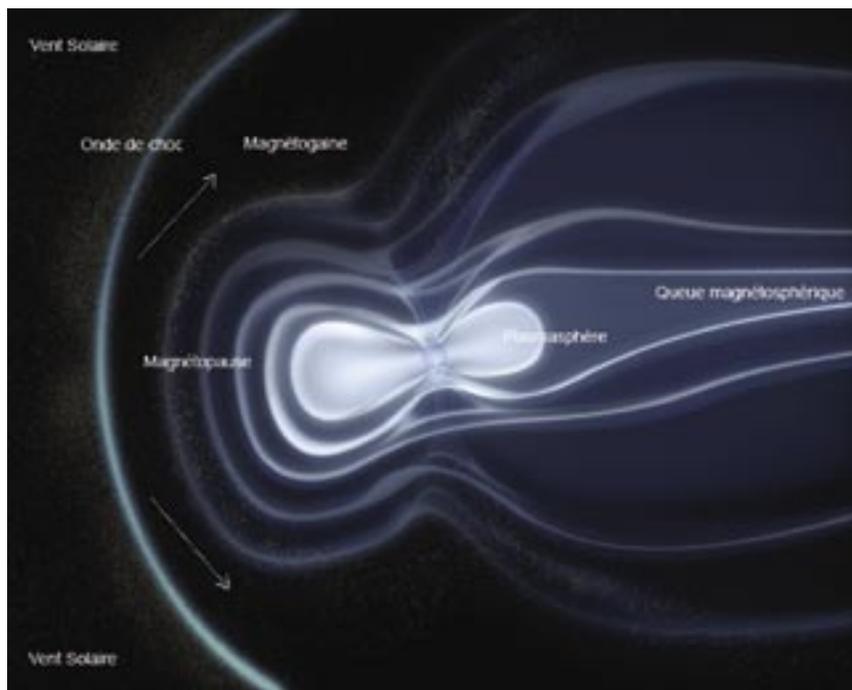
La magnétopause forme le lien entre l'héliosphère et la Terre: c'est là où une partie de l'énergie du vent solaire est transmise vers la Terre. La magnétopause se comporte souvent comme une couche impénétrable; nous avons créé un modèle qui explique sa structure. De temps en temps par contre, la magnétopause permet un transfert de masse de la magnétogaine à la magnétosphère. Il existe souvent une couche frontière à l'intérieur de la magnétopause, formée par l'entrée de plasma d'origine solaire, par différents mécanismes que nous avons étudiés. La magnétopause et la couche frontière constituent *la frontière magnétosphérique*.

La magnétopause se forme là où la pression dynamique du vent solaire est balancée par la pression de la magnétosphère. CLUSTER nous a permis de perfectionner la technique de "reconstruction" développée à l'IASB: en utilisant les données de tous les satellites pendant le passage de la frontière, ses chercheurs peuvent établir le mouvement de la couche et sa structure spatiale. Ils savent donc séparer les variations spatiales des variations temporelles et ils ont bien retrouvé que la magnétopause se déplace vers la Terre quand la pression dynamique augmente et qu'elle s'éloigne quand la pression diminue.

La pression dynamique est plus grande dans un flux provenant d'une *éjection de masse coronale (CME)*, voir encadré pages 10 et 11). Quand un tel flux atteint la Terre, la magnétosphère est comprimée, ce qui provoque un *orage magnétosphérique*. Lors d'un orage, des satellites géostationnaires peuvent se retrouver soudainement dans le vent solaire, ce qui peut provoquer des dysfonctionnements. Les ondes de choc, ainsi que la compression rapide de la magnétosphère, accélèrent certaines particules qui peuvent endommager les circuits électroniques des satellites...

### La magnétosphère interne et l'ionosphère

Le couplage entre le vent solaire et la magnétosphère entraîne une circulation typique dans le plasma magnétosphérique. Cette circulation est capable de stocker de l'énergie dans un réservoir de la queue magnétosphérique, qui se vide pendant



Les éléments les plus importants de la magnétosphère terrestre. © IASB

des événements que l'on appelle des *sous-orages*. Ces perturbations sont souvent initiées par des changements dans l'orientation du champ magnétique interplanétaire.

Les lignes de force magnétiques qui connectent la magnétosphère et l'ionosphère sont des conducteurs d'électricité presque parfaits. Par conséquent, chaque structure dans la magnétosphère a une signature dans l'ionosphère et des courants électriques dissipent l'énergie inhérente aux structures magnétosphériques dans l'ionosphère. A l'IASB, on étudie les aurores comme exemple de ce transfert d'énergie. Les arcs auroraux discrets sont dus à la précipitation dans l'ionosphère d'électrons provenant de la queue magnétosphérique. L'IASB utilise son modèle des couches frontières pour déterminer le potentiel électrique dans la magnétosphère. En tenant compte du couplage avec l'ionosphère, nous pouvons établir le potentiel d'accélération des électrons magnétosphériques, le flux de précipitation et la luminosité des aurores. Ce modèle explique la largeur typique des arcs (quelques kilomètres). A l'IASB on étudie aussi les observations d'aurores par CLUSTER et des stations au sol, comme les caméras optiques du réseau ALIS en Suède, qui permettent la tomographie des arcs.

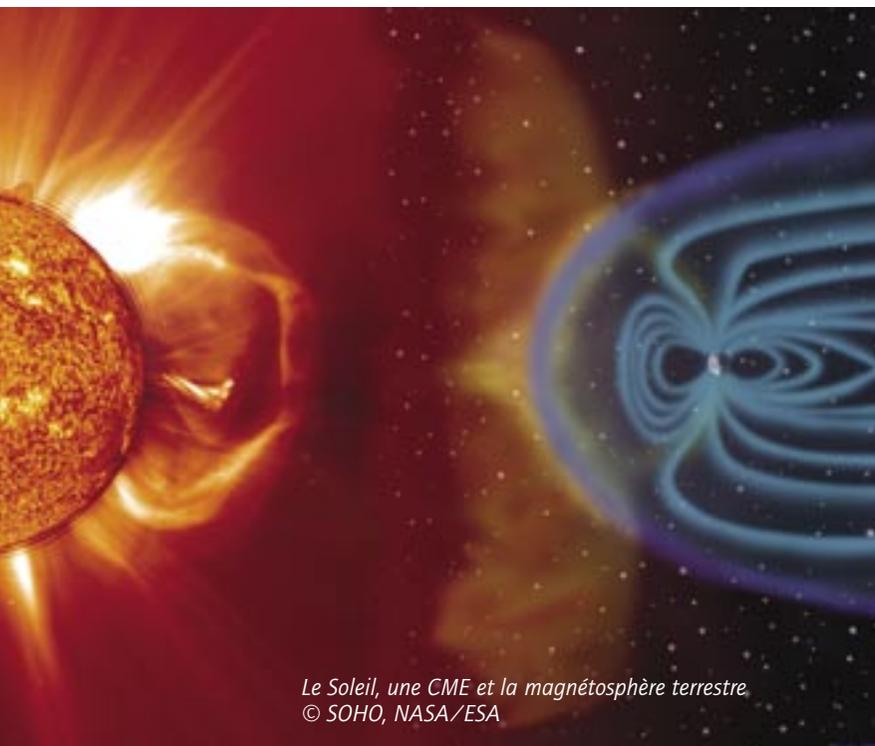
Plus près de l'équateur, l'ionosphère se prolonge vers le haut dans la *plasmasphère*, une région de plasma piégé par le champ géomagnétique. La frontière extérieure de la plasmasphère est très dynamique: c'est le "champ de bataille" entre la magnétosphère interne et externe, où le mouvement de corotation imposé par la Terre est confronté à l'interaction due au vent solaire. Pendant des perturbations

L'aurore polaire dans toutes ses couleurs.  
© IASB



(sous-orages ou orages magnétosphériques), la circulation magnétosphérique s'intensifie et la plasmasphère perd ses couches extérieures. Plus tard, la plasmasphère se rétablit par remplissage de particules d'origine ionosphérique. L'IASB a développé un modèle dynamique de la plasmasphère en fonction de l'activité géomagnétique. Avec CLUSTER, nous étudions en particulier les "plumes plasmasphériques", du plasma qui a presque été détaché de la plasmasphère lors de périodes de forte activité géomagnétique.

Nous utilisons les mesures de densité (de l'expérience WHISPER) pour calculer le gradient de densité dans la plasmasphère. Le but de CLUSTER était de calculer le gradient spatial à partir de mesures simultanées à quatre points non coplanaires. Ce calcul du gradient de densité nous a permis de mieux comprendre la structure globale de la plasmasphère. Nous avons aussi développé un calcul alternatif du gradient qui est plus robuste et que nous pouvons utiliser quand un satellite n'est pas opérationnel ou trop éloigné des autres.



Le Soleil, une CME et la magnétosphère terrestre.  
© SOHO, NASA/ESA

## Les CMEs – éjections de masse coronale

Le champ magnétique du Soleil crée une isolation thermique qui peut emprisonner un plasma, par exemple dans un énorme tube à flux magnétique ou dans une boucle coronale qui peut atteindre 700.000 km de longueur. Ainsi, dans l'atmosphère solaire du plasma très chaud peut se retrouver juste à côté d'un plasma plus froid. Les structures magnétiques dans la couronne solaire conduisent des ondes et des flux d'énergie et peuvent stocker des quantités d'énergie énormes. Cependant, elles peuvent devenir tout d'un coup instables et provoquer ainsi des protubérances et des éjections de masse coronale (en anglais "CME", *coronal mass ejection*).

Lors d'une CME, la matière des couches extérieures est éjectée du Soleil. Il s'agit aussi d'un plasma, mais sa vitesse peut être très supérieure à celle du vent solaire normal. Les CMEs dites rapides ont une vitesse typique de 1000 km/s qui peut monter jusqu'à plus de 2000 km/s, c'est-à-dire à plus de 7,2 millions de km/h! Une CME typique éjecte de 1012 à 1013 kg de plasma, ce qui représente à peu près la masse du Mont Everest.

## La météorologie spatiale et l'IASB

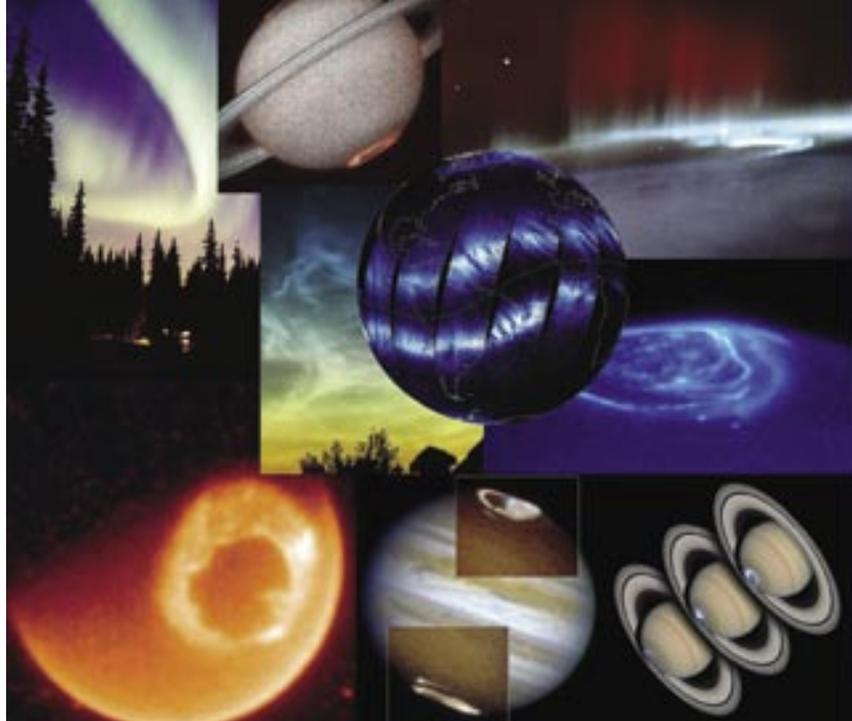
Comprendre les interactions entre l'héliosphère et la magnétosphère est indispensable pour la *météorologie de l'espace*, la prévision de l'impact des conditions héliosphériques sur les activités humaines.

Par exemple, la construction d'un satellite nécessite de connaître la dose de radiation ionisante qu'il va accumuler pendant sa durée de vie. On a donc besoin de modèles de la distribution de la radiation, y compris leur évolution avec l'activité solaire. L'IASB a développé un outil pour ceci : le système SPENVIS.

Évaluer l'impact de l'héliosphère sur le corps humain sera indispensable dans le futur. L'IASB a récemment analysé plusieurs scénarios pour l'exploration de Mars. Une telle mission implique que les astronautes seront sensibles aux conditions héliosphériques pendant le voyage vers Mars et pendant le retour, mais aussi à la surface de Mars, une planète sans champ magnétique interne protecteur...

L'IASB s'intéresse aux relations Soleil-Terre, en étudiant l'espace interplanétaire et l'environnement immédiat de la Terre. En utilisant des mesures de satellites, ses chercheurs essayent de comprendre la physique des plasmas spatiaux. Ils étudient la météorologie spatiale pour évaluer l'influence de l'héliosphère sur les activités humaines.

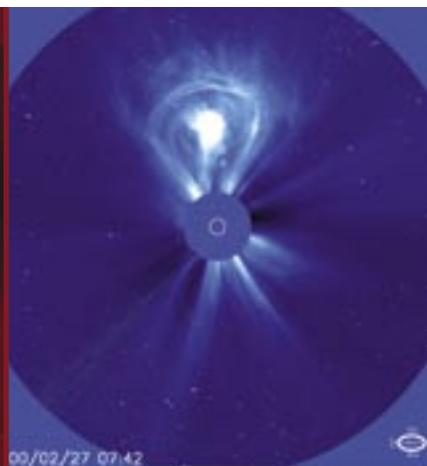
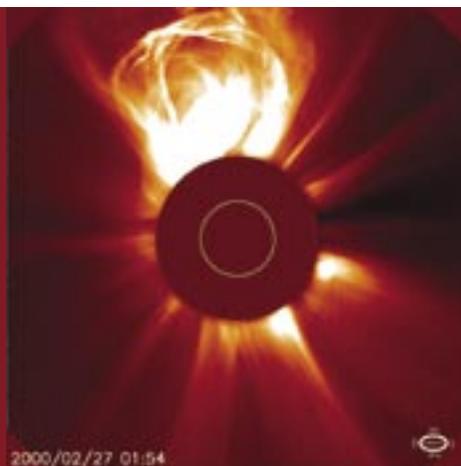
**Johan De Keyser et Viviane Pierrard (IASB)**



*L'aurore polaire sur la Terre et sur d'autres planètes.*  
© IHY2007, J. Rumburg

Le processus d'éjection de masse coronale est éruptif et très violent. En quelques heures, le nuage peut se détacher du Soleil pour continuer son avancée dans l'espace. En quelques jours il peut atteindre la Terre. Le nuage porte en soi un champ magnétique et interagit avec l'espace interplanétaire, les planètes et leur environnement.

Même si la couronne solaire a déjà pu être observée pendant des milliers d'années (lors des éclipses totales), les CMEs viennent tout juste d'être découvertes dans 'l'ère spatiale'. Les toutes premières preuves de l'existence de ce phénomène dynamique ont été apportées par le coronographe à bord du septième *Orbiting Solar Observatory (OSO 7)* de 1971 à 1973. Un coronographe crée une éclipse solaire artificielle en recouvrant l'image du disque solaire avec un disque occulteur. À partir de la Terre, un coronographe permet ainsi d'observer uniquement la partie de la couronne la plus proche du Soleil dans un ciel dégagé. Dans l'espace, la partie visible de la couronne est cependant bien plus large et peut être observée sans interruptions.



*La CME du 27 février 2000 observée par les instruments du satellite SOHO.*  
© SOHO, NASA/ESA

*La couronne solaire lors d'une éclipse totale du Soleil.*  
© ORB

## Le Soleil, une étoile de la Voie lactée

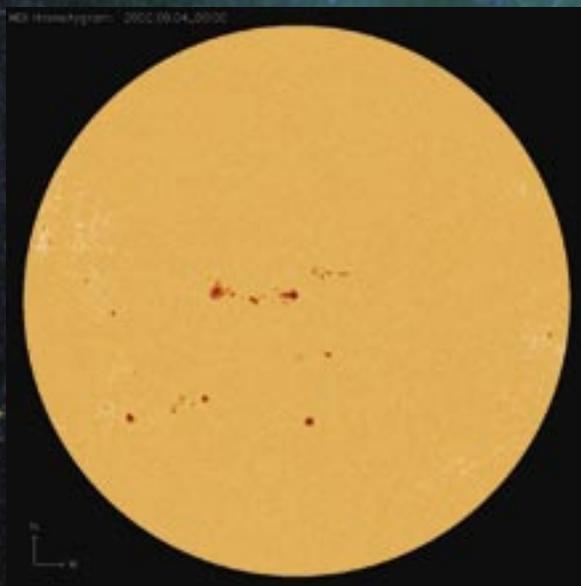
Le Soleil est une des étoiles dans notre Voie lactée. La Voie lactée est une structure aplatie en forme de disque qui comporte un bulbe au centre. Il s'agit d'une galaxie comptant environ 200 milliards d'étoiles. Dans l'univers, il existe 100 milliards de galaxies.

Le Soleil est une étoile tout à fait ordinaire. Des grandes étoiles (les géantes) peuvent facilement avoir un diamètre 1000 fois supérieur. Certaines étoiles ont presque une masse 100 fois plus grande et d'autres sont jusqu'à un million de fois plus lumineuses que le Soleil. Les plus petites étoiles (les naines) ont une taille comprise entre quelques milliers de kilomètres et seulement une dizaine de kilomètres, suivant la sorte. Les étoiles les plus faibles sont 1000 fois moins lumineuses que le Soleil et ne comprennent que quelques dixièmes de sa masse.

A sa surface (la photosphère) le Soleil a une température de 6000°C. Dans le noyau, la température peut atteindre jusqu'à 15 millions de degrés. Le Soleil est une étoile jaune. Les étoiles les plus chaudes sont blanches, les froides sont rouges.

Le Soleil s'est formé lorsque des réactions nucléaires se sont produites au centre d'un nuage de gaz comprimé par la force de gravitation. Alors a commencé la transformation de l'hydrogène en hélium, suite à laquelle de l'énergie fut libérée qui empêcha que le Soleil ne soit comprimé davantage. Il y a de ça 4,5 milliards d'années. Entre temps, le Soleil est devenu plus lumineux de 30% et les prochaines 6,5 milliards d'années, la transformation d'hydrogène en hélium se poursuivra. Puis, le Soleil deviendra rapidement une géante rouge qui pourrait être jusqu'à 2000 fois plus lumineuse que maintenant et jusqu'à 160 fois plus grande. Les planètes se seront alors décalées vers l'extérieur de sorte que la Terre échappe à l'absorption par le Soleil. La température sur Terre s'élèvera alors à plus de 100°C et l'atmosphère terrestre aura complètement disparu. Ensuite, le Soleil subira encore plusieurs phases instables. Il rejettera ses couches externes et formera éventuellement une magnifique nébuleuse. Le reste de la partie centrale du Soleil deviendra alors une naine blanche qui aura un diamètre de moins de 10 000 km et sera composée de carbone et d'oxygène.

Le Soleil et les taches solaires.



Une galaxie semblable à notre Voie lactée.  
© ESO



*Peut-être une nébuleuse telle que celle-ci se  
formera autour du Soleil.*  
© Hubble Space Telescope, NASA/ESA

## *Quelques caractéristiques du Soleil*

Diamètre :  
1 391 000 km ou 110 fois le diamètre de la Terre  
Luminosité :  $4 \cdot 10^{26}$  Watt.  
Température dans le noyau : 15 millions°C  
Température à la surface : 6000°C  
Rotation : en moyenne 28 jours  
Densité moyenne 1,4 tonne/m<sup>3</sup>  
Volume :  $1,4 \cdot 10^{27}$  m<sup>3</sup>  
Masse :  $2 \cdot 10^{30}$  kg

Distance moyenne Terre-Soleil : 149.597.900 km

*Des étoiles de toutes les couleurs et de toutes  
les tailles.*  
© Hubble Space Telescope, NASA/ESA



# Modélisation mathématique

## de la météo spatiale au Centre de Plasma-Astrophysique de la K.U.Leuven



Jets près d'une étoile récemment formée.  
© Hubble Space Telescope, NASA/ESA

Représentation 3D de la couronne et du vent solaire. Les traits pleins indiquent les lignes de champ magnétique.  
© Carla Jacobs, CPA, K.U.Leuven

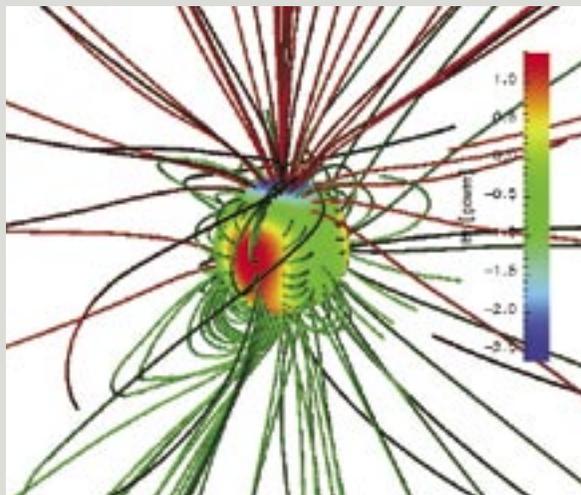
### L'astrophysique des plasmas

Les activités scientifiques du Centre de Plasma-Astrophysique (CPA) de la K.U.Leuven concernent le domaine de la plasma-astrophysique, où se rencontrent les disciplines de la physique des plasmas et de l'astrophysique. L'interaction dynamique entre les plasmas (voir encadré page 2) et les champs magnétiques génère un large éventail de phénomènes fascinants et spectaculaires. Le champ magnétique du Soleil provoque entre autres des taches solaires, des protubérances, des éjections de masse coronale (CME : voir encadré pages 10 et 11) et des boucles coronales chaudes. Mais on crée aussi des plasmas en laboratoire, le plus souvent dans le cadre de la fusion thermonucléaire contrôlée.

Le Soleil et l'héliosphère sont les objets de recherche favoris du CPA et sont considérés comme la "pierre de Rosette" pour comprendre le comportement des plasmas dans d'autres objets astrophysiques moins faciles à observer.

### La magnéto-hydro-dynamique (MHD)

Malgré les énormes différences d'échelle longitudinale et temporelle, le comportement macroscopique de tous les plasmas est bien décrit par le modèle *magnéto-hydro-dynamique (MHD)*. On y combine des formules de la dynamique des liquides avec des formules qui décrivent l'interaction



d'un champ magnétique avec un liquide. Dans la plupart des activités scientifiques du CPA, ce modèle MHD est appliqué, analysé et développé davantage. Cela mène souvent à des percées dans la compréhension physique et dans la modélisation mathématique de la dynamique des plasmas et a abouti à une "pollinisation croisée" entre la physique des plasmas de fusion en laboratoire et l'"astrophysique solaire". Celle-ci est nommée ainsi parce que la physique des étoiles et des autres plasmas spatiaux peut être comprise davantage par l'étude du Soleil, l'étoile la plus proche de la Terre.

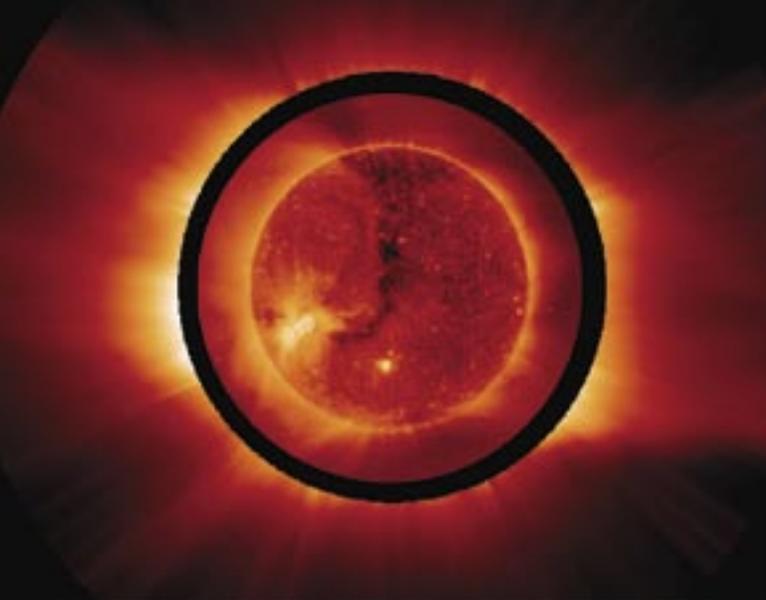
Les processus magnéto-hydro-dynamiques jouent aussi un rôle important dans de nombreuses autres applications astrophysiques. A la naissance de jeunes étoiles surgissent des jets supersoniques à partir des disques qui les entourent. Ceci peut être vu clairement sur les images prises par le télescope spatial Hubble. Aussi à l'échelle de galaxies entières comme la Voie lactée ont lieu des processus magnéto-hydro-dynamiques. Quand de la matière de toute la galaxie est aspirée par des trous noirs superlourds dans le noyau actif, on observe des jets magnétisés.

### La recherche au CPA

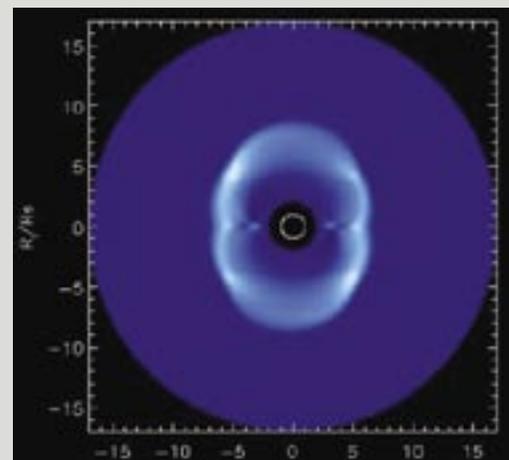
Actuellement, différentes études sont menées au CPA. Dans la séismologie coronale, on tente d'expliquer le réchauffement et l'accélération du vent solaire à l'aide de la MHD et de la théorie cinétique des oscillations des boucles coronales. Les disques et les jets à la naissance de jeunes étoiles sont aussi étudiés à l'aide de la MHD. Dans ce qu'on appelle la dynamique relativiste des plasmas, on regarde si les ondes de choc peuvent être appliquées aux grandes explosions d'énergie dans l'univers. L'étude de la météo spatiale, c'est-à-dire des perturbations dans la magnétosphère terrestre provoquées par la variabilité de l'activité solaire, gagne en importance. A partir de cette année, la K.U.Leuven a même nommé un professeur de "modélisation mathématique de la météo spatiale" (Giovanni Lapenta, du CPA).

### Comment naissent les CMEs ?

La météo spatiale trouve son origine essentiellement dans le Soleil. Tout ce que le Soleil éjecte dans l'espace est emporté par le vent solaire et interagit avec lui. Les éjections de masse



Combinaison d'images de SOHO pour étudier le vent solaire.  
© SOHO, NASA/ESA



coronale (CME) en sont l'exemple principal, mais les protubérances et les "événements de particules énergétiques solaires" (SEP) y contribuent également. Comment naissent ces CMEs ? Est-ce par le glissement des champs magnétiques, ou est-ce la conséquence du flux magnétique supplémentaire qui jaillit à la surface ou en redisparaît, ou y a-t-il une autre cause encore ? Avec des modèles 3D, les différentes possibilités sont simulées. Pour cela des calculs sur ordinateurs très puissants sont nécessaires : 480 processeurs calculent simultanément le même problème pendant quelques jours. Les résultats de ces simulations sont comparés et confrontés aux observations.

Les ondes de choc MHD plus rapides rattrapent les ondes de choc précédentes (plus lentes) et l'interaction ou "collision" de ces ondes de choc mène à des phénomènes MHD fascinants. Environ 66% de tous les "nuages magnétiques" interplanétaires est le résultat de telles interactions. C'est pourquoi elles sont étudiées et modélisées minutieusement jusque loin au-delà de l'orbite terrestre. Ici aussi se produisent des "événements SEP": des particules électriquement chargées hautement énergétiques sont accélérées. Ces particules peuvent être nuisibles pour l'homme lors de vols spatiaux, et c'est pourquoi on les étudie intensément.

Visualisation d'une CME simulée pour être comparée avec des données d'observation, (p. ex. du coronographe LASCO à bord de SOHO).

© Carla Jacobs, CPA, K.U.Leuven

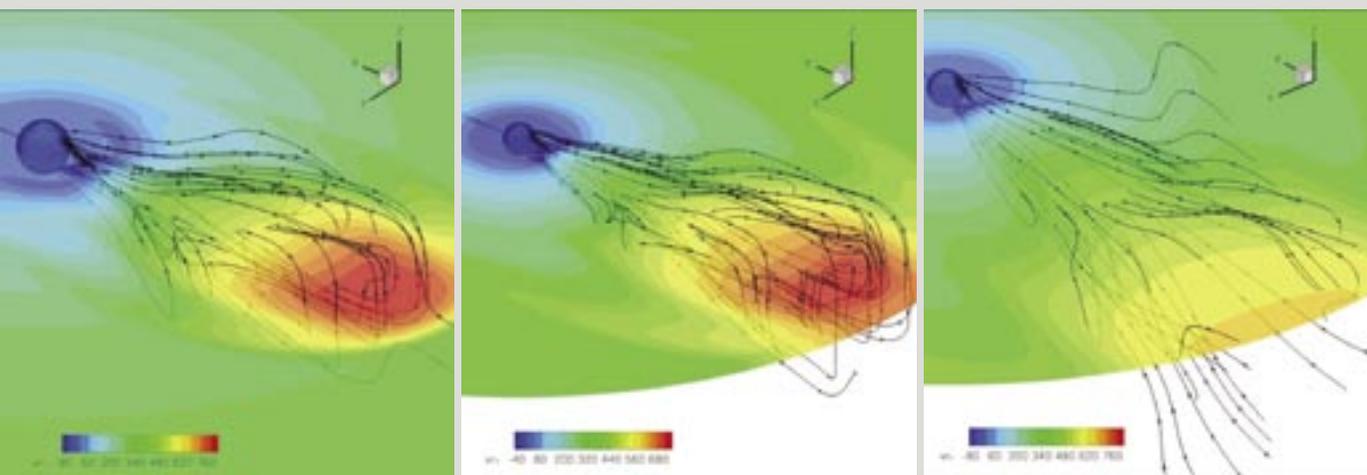
### L'évolution des CMEs

Les CMEs rapides (typiquement, de plus de 1000 km/s dans la phase initiale) provoquent des ondes de choc MHD, qui forment une composante importante de la météo spatiale. L'évolution de telles CMEs et leur interaction avec le vent solaire, le choc de proue et les magnétosphères de la Terre et des planètes supérieures (Jupiter, Uranus) sont aussi étudiées au CPA. A cette fin, différents modèles du vent solaire sont combinés avec plusieurs modèles des CMEs. Ainsi, on s'aperçoit de l'influence du vent solaire et du mécanisme d'initiation des CMEs sur les ondes de choc, la vitesse, la déformation, l'angle de dispersion, etc. des CMEs finales.

### La "géo-effectivité" des CMEs

Les CMEs interplanétaires sont la cause principale des orages magnétiques qui se produisent dans la magnétosphère terrestre. Sûrement 10% de tous les CMEs ont un effet sur Terre. L'impact d'une CME sur le choc de proue et la magnétosphère terrestre est simulé numériquement au CPA. Ainsi est cartographiée la "géo-effectivité". On effectue aussi des études d'"événements" en utilisant des données satellite dans les simulations. Récemment, ces modèles ont été élargis et adaptés aux magnétosphères des grandes planètes supérieures Jupiter et Uranus. En effet, là aussi on observe des effets de la météo spatiale, comme les aurores.

Stefaan Poedts, Anik De Groof et Jesse Andries (CPA)



Trois images instantanées d'une simulation 3D sur ordinateur de l'évolution d'une CME rapide jusqu'à environ 21 millions de km du Soleil. La couleur est une mesure de la vitesse. Les traits noirs représentent les lignes de champ magnétique.

© Carla Jacobs, CPA, K.U.Leuven

# Recherches sur le Soleil et les aérosols à l'IRM

L'Institut Royal Météorologique (IRM) de Belgique s'intéresse au Soleil du fait de sa possible influence sur les changements climatiques observés sur la Terre.

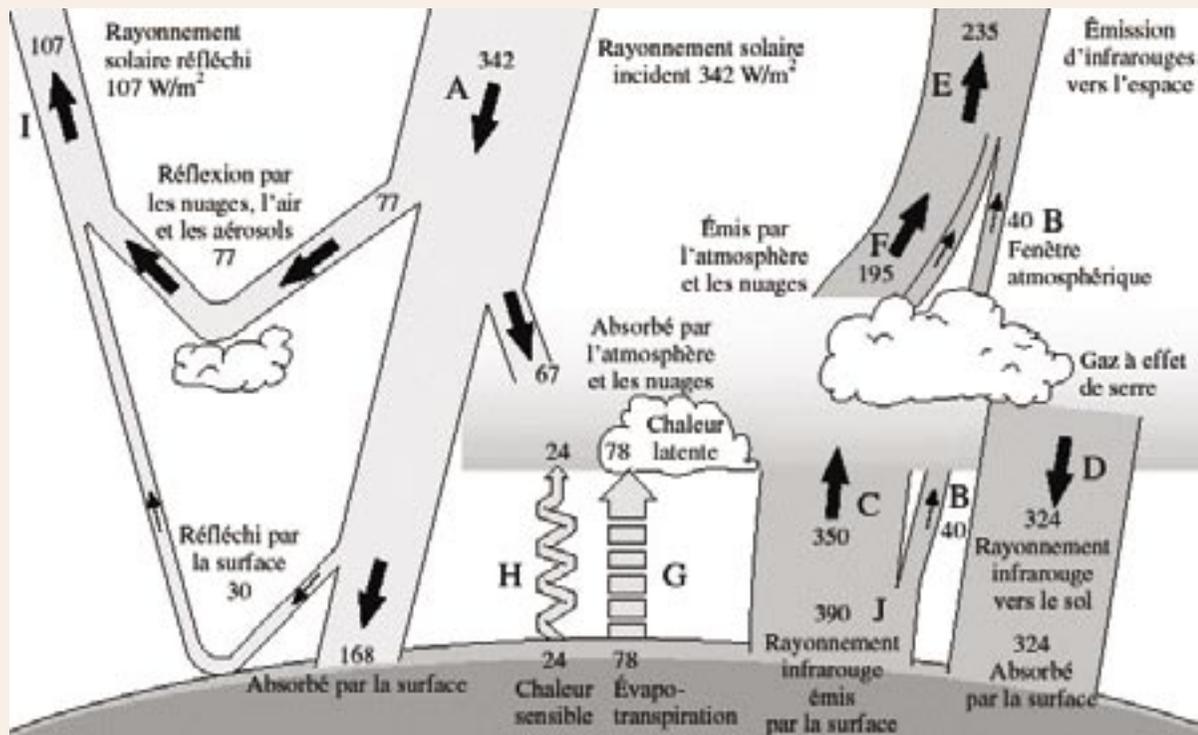
Le climat sur Terre est déterminé par l'équilibre (voir Fig. 1) entre

- le rayonnement solaire incident qui a pour effet un réchauffement de la Terre,
- le rayonnement solaire réfléchi, qui diminue la quantité de rayonnement solaire absorbé par la Terre et qui par conséquent a un effet de refroidissement,
- le rayonnement thermique émis vers l'espace sous forme de rayonnement infrarouge, ce qui provoque un refroidissement de la Terre.

Toute perturbation de cet équilibre, qu'elle soit d'origine humaine ou naturelle, est une cause de changements climatiques. Comme causes possibles de changements climatiques, citons :

- L'augmentation des gaz à effet de serre dans l'atmosphère, ce qui diminue les pertes par rayonnement thermique vers l'espace et provoque par conséquent un réchauffement.
- Par suite de la pollution atmosphérique ou suite aux éruptions volcaniques, la quantité d'aérosols (fines particules en suspension) dans l'atmosphère augmente. Les aérosols réfléchissent la lumière solaire et par conséquent ont un effet de refroidissement.
- Les variations de la quantité d'énergie émise par le Soleil est une source naturelle des changements climatiques. L'augmentation de cette quantité d'énergie provoque un réchauffement de la Terre.

La mesure de la quantité d'énergie que le Soleil nous envoie, la "constante solaire", doit se faire à partir de l'espace afin d'échapper à l'influence perturbatrice de l'atmosphère terrestre. L'IRM a joué un rôle de pionnier dans la mesure de la constante solaire à partir de l'espace, avec un premier vol à bord de Spacelab en 1983, et est toujours à la pointe sur le plan international avec les mesures de l'instrument DIARAD/VIRGO qui couvrent complètement le cycle d'activité solaire actuel qui touche maintenant à sa fin, soit 11 ans. Le cycle de 11 ans a été découvert à partir des observations des taches solaires et influence tous les paramètres de l'activité solaire (voir encadrés p. 6 et 7).



**Figure 1:** Le bilan radiatif de la Terre. L'absorption du rayonnement solaire (à gauche) est compensée par les pertes par rayonnement thermique (à droite) vers l'espace.

La figure 2 montre la variation de la constante solaire mesurée au cours des deux derniers cycles d'activité solaire. Les diminutions brutales qui apparaissent sur la courbe des valeurs journalières (en rouge) sont dues à la présence de taches solaires qui sont sombres. La valeur la plus basse, inférieure à  $1366 \text{ W/m}^2$ , a été mesurée lors de la tempête solaire en octobre 2003. La moyenne glissante sur 121 jours (courbe verte sur la figure 3) montre une variation de la constante solaire de l'ordre de  $1 \text{ W/m}^2$  en phase avec le cycle undécennal. A Uccle, ces variations de la constante solaire induisent une variation de température de l'ordre de  $0.2^\circ\text{C}$  au cours du cycle de onze ans.

**Figure 2.** La variation de la constante solaire au cours des deux derniers cycles d'activité solaire.

Au cours des 50 dernières années, les gaz à effet de serre et les aérosols sont les causes dominantes des changements de climat comparées à l'influence des variations du Soleil. Au cours des 1000 ans qui ont précédé, il existe des indications fortes que le Soleil a été le facteur dominant des changements de climat. Vers les années 1100 il y a eu une période de températures élevées – l'optimum médiéval, voir Fig. 3 – associées à une forte activité solaire. Aux alentours de 1600, il y a eu une période froide – le mini âge glaciaire, voir Fig. 4 – correspondant à une période de faible activité solaire.

Nos mesures de la constante solaire ne remontent pas jusqu'au mini âge glaciaire, de sorte que nous ne pouvons pas affirmer que le Soleil brillait moins fort à cette époque. Une reconstruction indirecte et relativement précise est éventuellement possible en utilisant les mesures du diamètre solaire. Durant le mini âge glaciaire, l'astronome français Jean Picard a utilisé des mesures précises du diamètre

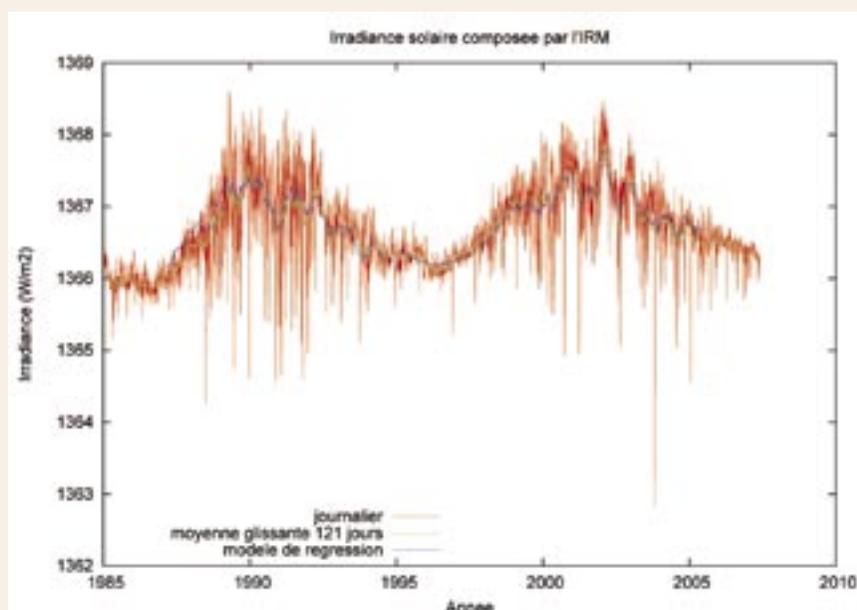


Figure 4.

Paysages hivernaux peints par Pierre Bruegel l'Ancien en 1565 et 1566 durant le mini âge glaciaire.



solaire apparent pour déterminer l'excentricité de l'orbite terrestre. Des mesures historiques précises peuvent également être déduites de la durée des éclipses de Soleil. L'IRM participe au projet du satellite Picard dont le lancement est prévu pour mars 2009. L'objectif de cette mission est la mesure simultanée du diamètre solaire et de la constante solaire au cours de la phase ascendante du prochain cycle d'activité solaire. Une combinaison des mesures modernes du diamètre et de la constante solaires avec les mesures historiques du diamètre solaire permettront d'évaluer la constante solaire durant le mini âge glaciaire.

En plus des mesures de la quantité d'énergie solaire qui atteint le sommet de l'atmosphère, l'IRM dispose aussi d'une longue série de mesures à Uccle de la quantité de rayonnement solaire qui atteint la surface terrestre après son passage à travers l'atmosphère.

Figure 3.

Les températures élevées durant l'optimum médiéval ont permis aux Vikings de coloniser l'Islande et le Groenland et d'atteindre la côte Est du Canada.

Le rayonnement solaire global au sol est la quantité d'énergie solaire qui atteint une surface horizontale. Ce paramètre dépend en premier lieu de l'abondance de la nébulosité (une faible nébulosité entraînant un rayonnement important) et en second lieu de la transparence de l'atmosphère en l'absence de nuages qui à son tour dépend de la quantité de

vapeur d'eau, de la quantité d'ozone et de l'abondance des aérosols. Ces derniers sont de petites particules en suspension dans l'atmosphère (comme par exemple le sel marin ou les poussières) se trouvant principalement entre le sol et environ 3 km d'altitude. L'augmentation de la concentration des aérosols dans l'atmosphère diminue l'intensité du rayonnement au sol par effet direct et indirect. L'effet direct des aérosols diminue la transmission de l'énergie solaire à travers une atmosphère sereine. De par leur composition, les aérosols soit absorbent, soit réfléchissent plus ou moins le rayonnement solaire. L'effet indirect des aérosols est qu'en favorisant la condensation de la vapeur d'eau ils augmentent la réflexion de l'énergie solaire par les nuages, atténuant la part du rayonnement qui atteint le sol.

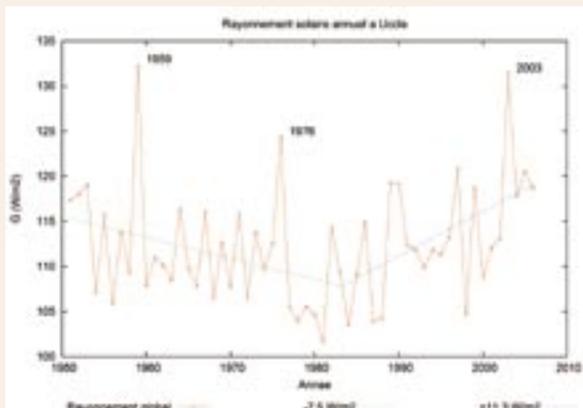
La série la plus longue de mesures du rayonnement solaire global en Belgique est celle d'Uccle qui a commencé en 1951. La courbe en rouge sur la Figure 5 montre les moyennes annuelles du rayonnement global.

Les années réputées ensoleillées et chaudes, 1959, 1976 et 2003 apparaissent comme les années au cours desquelles le rayonnement global a été exceptionnellement élevé. Le réchauffement de la surface peut donc être au moins partiellement imputable au rayonnement solaire, à côté d'une possible advection d'air chaud amené par les vents dominants. Une analyse plus approfondie de ces données montre que cet ensoleillement exceptionnel pour ces 3 années, est attribué à une très faible quantité de nuages.

Sur la période 1951 à 1984 le rayonnement solaire diminue de 6,3% (ligne verte dans la figure 5). Ce qui est en bon accord avec le *global dimming*<sup>1</sup> établi au plan international.



1 *Global dimming* : Diminution du rayonnement solaire qui atteint le sol mesurée à plusieurs endroits sur la Terre.



**Figure 5.**  
Variation du rayonnement solaire global à Uccle depuis 1951.

Sur la période 1984 à 2006 on assiste à une augmentation moyenne de 9,8 % du rayonnement global (ligne bleue sur la figure 5). Ce qui est en accord avec l'augmentation récente établie à l'échelle internationale par le réseau BSRN (*Baseline Surface Radiation Network*).

La figure 6 montre la distribution globale des variations de la température pour la période de diminution (à gauche) et d'augmentation (à droite) du rayonnement solaire. Pour la période durant laquelle l'intensité du rayonnement solaire diminue, la température globale n'augmente pas très fort, surtout localement dans l'hémisphère sud. Durant la période correspondant à une augmentation de l'intensité du rayonnement solaire, elle augmente bien plus significativement, surtout dans l'hémisphère nord.

L'influence de la variation du rayonnement solaire est donc non négligeable comparée à l'influence d'autres facteurs comme les gaz à effet de serre et la variabilité naturelle.

Durant la période 1951-1983, le refroidissement causé par la diminution du rayonnement solaire a compensé pour une part le réchauffement dû aux gaz à effet de serre.

De 1984 à aujourd'hui, le réchauffement dû aux gaz à effet de serre est accéléré du fait de l'augmentation du rayonnement solaire au sol.

Un paramètre important qui influence la variation à long terme de la quantité de rayonnement solaire observée à Uccle, est la quantité d'aérosols provenant probablement de la pollution dans l'atmosphère. L'activité humaine n'a donc pas seulement un effet de réchauffement dû à l'influence des gaz à effet de serre mais a aussi un effet refroidissant du fait de la présence des aérosols provenant de la pollution dans l'atmosphère.

**Steven Dewitte (IRM)**



Planétarium, Avenue de Bouchout 10, 1020 Bruxelles, 02/474.70.50

[www.planetarium.be](http://www.planetarium.be)

Observatoire royal de Belgique:

[www.observatoire.be](http://www.observatoire.be)

Solar Influences Data Analysis Center (SIDC):

[sidc.oma.be](http://sidc.oma.be)

Institut d'Aéronomie Spatiale de Belgique:

[www.aeronomie.be](http://www.aeronomie.be)

Institut royal météorologique:

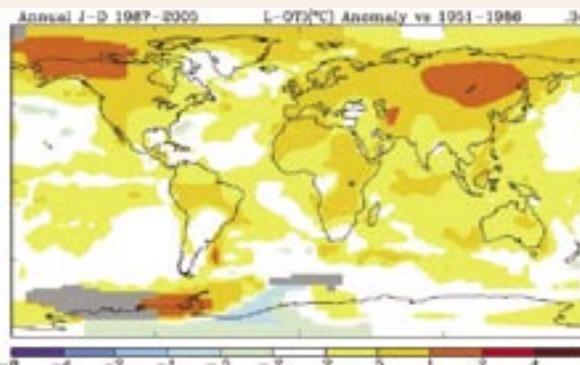
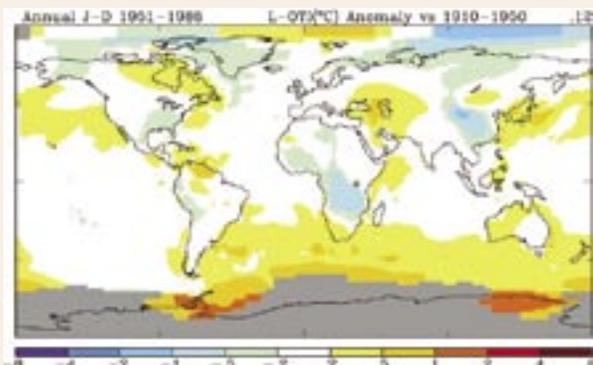
[www.meteo.be](http://www.meteo.be)

Centre de Plasma-Astrophysique, K.U.Leuven:

[wis.kuleuven.be/cpa](http://wis.kuleuven.be/cpa)

Année Héliophysique Internationale 2007:

[gauss.oma.be/ihy2007](http://gauss.oma.be/ihy2007)



**Figure 6.**  
A gauche : écarts de la température pour la période 1951-1986 par rapport à la période 1910-1950. A droite : écarts de la température pour la période 1987-2005 par rapport à la période 1951-1986.



Le satellite SOHO observe le Soleil.  
© SOHO, NASA/ESA



### Contributions de :

Jan Cuypers (ORB, rédaction), Johan De Keyser (IASB), Steven Dewitte (IRM), Viviane Pierrard (IASB), Stefaan Poedts (CPA), Petra Vanlommel (ORB)



### Avec la collaboration de :

Jesse Andries (CPA), David Berghmans (ORB), Anik De Groof (CPA), Pierre Demoitie (Politique scientifique fédérale), Stéphanie Fratta (IASB), Carla Jacobs (CPA), Alexandre Joukoff (IRM), Harald Lebon (IASB), Patrick Ribouville (Politique scientifique fédérale), Tim Somers (IASB), Christophe Van Biesen (ORB)



### ERRATUM

Dans l'article «LEODIUM... ad astra !» (*Space Connection* 60, page 17), il était question des activités d'étudiants de l'Université de Liège dans le domaine des micro-satellites. Le CSL (Centre Spatial de Liège), grâce à ses contacts et à Pierre Rochus, directeur-adjoint et président du groupe Liège Espace, a joué un rôle essentiel dans le démarrage de ces activités : signature d'une coopération avec l'ESTEC, proposition de la caméra haute définition pour la sonde lunaire ESMO, collaboration avec l'Université de Toronto.

**Space Connection est le supplément spatial du Science Connection,  
le magazine de la Politique scientifique fédérale.  
[www.scienceconnection.be](http://www.scienceconnection.be) | [www.belspo.be](http://www.belspo.be)**